Beiträge zur Anatomie der Anonaceen, insbesondere der afrikanischen.

Von

H. Beyer.

(Arbeit aus dem Laboratorium des Kgl. Bot. Gartens und Museums zu Berlin.)

Mit 4 Textfiguren.

Bei Gelegenheit der Bearbeitung der afrikanischen Anonaceen seitens der Herren Engler und Diels vom Königl. Botan. Museum zu Berlin wurde dem Verfasser von seinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrat Engler, die Aufgabe zugewiesen, die Familie, insbesondere die afrikanischen Vertreter derselben, anatomisch zu bearbeiten, um zu sehen, inwieweit die endomorphen Charaktere neben den Blütenverhältnissen und der Fruchtbildung bei der Gruppierung der Anonaceen auch zur Geltung kommen können.

Eine umfassende anatomische Untersuchung der Anonaceen war bisher noch nicht angestellt. Es lagen zwar einzelne Untersuchungen vor, so von Blenck betreffs der Ölzellen, von Vesque betreffs der Blattstructur, von Borodin betreffs der Krystalle, und eine Zusammenstellung der Ergebnisse dieser Autoren von Solereder in seiner unlängst erschienenen »Systematischen Anatomie der Dikotyledonen«. Allein es fehlte bisher an einer sämtliche Details vereinigenden, vergleichend-anatomischen Arbeit über die Anonaceen, an die heranzutreten um so notwendiger war, als an die Berliner Centralstelle aus den afrikanischen Kolonien besonders in letzter Zeit reiches, überhaupt noch nicht bearbeitetes Material gelangt war, das auch anatomisch untersucht und mit den asiatischen und amerikanischen Angehörigen der Familie verglichen werden musste, um einen Überblick über die Constanz und die systematische Bedeutung der anatomischen Merkmale zu gewinnen.

Die Anonaceen gehören fast ausschließlich dem Tropengürtel an und meiden in diesem fast durchweg höhere Gebirge. In Regionen über 1000 m

wurden sie nur ganz vereinzelt angetroffen, und ihr Vorkommen ist in denselben erst aus allerjüngster Zeit bekannt. So hat kürzlich Baum eine *Anona*-Art in Kokakele 1211 m hoch im Sandboden gefunden, desgleichen eine *Xylopia*-Art in Höhe von 1400 m in Maramba.

Infolge der großen Einförmigkeit ihres Habitus haben die Anonaceen betreffs ihrer Verteilung in natürliche Verwandtschaftskreise allen Autoren erhebliche Schwierigkeiten bereitet, sowohl bei der Bestimmung und Begrenzung der Gattungen, wie auch bei der Feststellung der Verwandtschaft überhaupt. Es finden sich verhältnismäßig nur geringe Abweichungen vom vorherrschenden Typus, derart, dass Engler und Diels gegenüber den vier Serien Baillon's und gegenüber den acht Gruppen, die darauf Prantl in den »Natürl. Pflanzenfam.« aufstellte, nur drei Unterfamilien angenommen haben: *Uvarioideae, Eupomatioideae* und *Monodoroideae,* von denen die erste 66 Gattungen enthält, innerhalb deren es auch eigentlich trotz sorgfältigster Beobachtung an scharfen Grenzen fehlt, während die zweite Gruppe nur eine einzige Gattung, die letzte deren zwei enthält.

Eine gleiche Einförmigkeit bietet sich auch beim Studium der Anatomie der Anonaceen dar. Es finden sich zwar mancherlei anatomische Eigentümlichkeiten, welche für einzelne Arten und kleinere Gattungen charakteristisch sind, aber für eine schärfere Einteilung der Familie bieten leider, wie aus der folgenden Darstellung hervorgehen wird, die anatomischen Merkmale keine Stützpunkte. Auch die Anatomie der reproductiven Organe, die herangezogen wurden, als die vegetativen nicht ausreichten, die Untersuchung der Samen- und Fruchtschale und der Structur des Pollens ergaben kein hervorragendes Resultat.

Die Ergebnisse für die systematische Einteilung der Anonaceen, welche am Schluss der ganzen Abhandlung besprochen werden sollen, sind infolgedessen nicht bedeutend; auch die anatomischen Befunde an sich bringen leider nicht allzuviel Neues; aber es sind die afrikanischen Anonaceen, die bisher anatomisch völlig unbekannt waren, zum ersten Mal untersucht worden, und somit konnte ein Vergleich der Anonaceen aller Erdteile erst jetzt ermöglicht werden.

In dem ersten, die Anatomie behandelnden Hauptteile werden die Gewebe, den Einteilungsprincipien Haberlandt's folgend, behandelt werden. Vorausgehen soll hier zunächst eine Zusammenstellung der vom Verfasser untersuchten Gattungen und Arten unter Zugrundelegung der Einteilung, die Engler und Diels in ihrer »Übersicht über die bekannten Gattungen der Anonaceen und Beschreibung einiger neuen Gattungen dieser Familie aus dem tropischen Afrika« gegeben haben[1]):

---

1) cf. Notizblatt des Kgl. botan. Gartens und Museums zu Berlin n. 23 (1. Sept. 1900).

A. Afrikanische Anonaceen.

Uvaria angustifolia E. et D. Kamerun: Joh. Albrechtshöhe. Staudt 742[a].
— gigantea Engl. Usambara: Derema. Zenker u. Staudt 698.
— connivens Benth. Buea, 1800 m. Lehmbach 178.
— bipindensis Engl. Bipinde (Urwald). Zenker 1116.
— cardiophylla E. et D. Kamerun: Gr. Batanga. Dinklage 1051.
— Chamae P. Beauv. Joh. Albrechtshöhe. Staudt 556.
— angolensis Welw. Barrancos de Catehe.
— Klaineana E. et D. Gabun: Libreville. Klaine 235.
— globosa Hook. f. Accra. G. A. Krause 11.
— leptoclada var. Holstii Engl. et D. Stuhlmann 6240.
— scabrida Oliv. Kamerunfluss. Braun 23.
— Dinklagei E. et D. Fishtown bei Grand Bassa in Liberia. Dinklage 1717.
— mollis E. et D. Jaunde-Station. Zenker u. Staudt 3.
— gabonensis E. et D. Sibangefarm in Munda. Soyaux 308.
— Poggei E. et D. Ober-Kongogebiet. Menkenge. Pogge 627.
— glabrata E. et D. Desgl. Pogge 628.
— caffra E. Mey. Delagoa-Bay. Schlechter 11 997.
— Sofa Sc. Ell. Sierra Leone. Sc. Elliot 5370.
— Kirkii Oliv. Stuhlmann 6361.
— clavata Pierre. Gabun. Klaine 963.
— globosa var. Warneckei. Togoland. Warnecke 147.
— psorosperma Pierre. Ogove. Jolly 202.
— versicolor Pierre. Gabun. Klaine 1122.
— hispido-costata Pierre. Gabun.
Asteranthe Asterias (Sp. Moore) E. et D. Mombassa (Sansibarküste). Hildebr. 1987.
Meiocarpidium lepidotum (Oliv.) E. et D. Bipinde. Zenker 873.
Pachypodanthium Staudtii E. et D. Kamerun (Lolodorf). Staudt 133.
— confine (Pierre) E. et D. Gabun. Klaine 217.
Cleistopholis glauca Pierre. Gabun. Klaine 376.
— patens (Benth.) E. et D. Niger. Barter 6267.
— Staudtii E. et D. Joh. Albrechtshöhe. Staudt 957.
— Klaineana Pierre. Gabun. Klaine 345.
— albida E. et D. Bipinde. Zenker 1715.
Anonidium Laurentii E. et D. Kongo. E. Laurent.
— Mannii (Oliv.) E. et D. Jaunde-Station. Zenker 729.
Uvariopsis Zenkeri Engl. Kamerun. Zenker 1117.
Popowia elegans E. et D. Bipinde. Zenker 1321.
— ferruginea (Oliv.) E. et D. Usambara: Derema. Scheffler 128.
— parvifolia (Oliv.) E. et D. Angola. Welwitsch 760.
— djurensis (Schweinf.) E. et D. Centralafrika. Schweinfurth 1931.
— fornicata Baill. Amboni. Holst 2789.
— Vogelii (Hook. f.) Baill. Sierra Leone. Sc. Elliot 5882.
— foliosa B. et D. Bipinde. Zenker 2050.
— Klainei (Pierre) Engl. Gabun. Klaine 1539.
— Mannii (Oliv.) E. et D., non Baill. Bipinde. Zenker 2102.
Monanthotaxis Poggei E. et D. Mussamba des Maasa Jamaro. $8\frac{1}{2}°$ s. Br. Pogge 536.
Piptostigma glabrescens Oliv. Bipinde. Zenker 2105.
— Preussii E. et D. Barombi-Station. Preuss 251.
Hexalobus grandiflorus Benth. Victoria. Deistel 99.

Hexalobus huillensis E. et D. Huilla. ANTUNES 266.
— monopetalus (Rich.) E. et D. Central-Afrika. SCHWEINFURTH 2810.
Xylopia africana (Benth.) Oliv. Joh. Albrechtshöhe. STAUDT 530.
— Elliotii E. et D. Sierra Leone. Sc. ELLIOT 5325.
— oxypetala (DC.) Oliv. Victoria. PREUSS.
— aethiopica (Dun.) A. Rich. Fishtown. DINKLAGE 2005.
— odoratissima var. minor Engl. Maramba, 1400 m. BRAUN 224.
— parviflora (Guill. et Pers.) E. et D. Joh. Albrechtshöhe. STAUDT 504.
— Dinklagei E. et D. Liberia. DINKLAGE 1840.
— humilis E. et D. Liberia. DINKLAGE 2006.
Polyceratocarpus Scheffleri E. et D. Usambara: Nguelo. SCHEFFLER 50.
Stenanthera gabonensis E. et D. Gabun. SOYAUX 117.
— myristicifolia (Benth.) E. et D. Kamerun.
Enantia chlorantha Oliv. Keboland. CONRAU 232.
— Kummeriae E. et D. Nguelo. Frau Dr. KUMMER 44.
Artabotrys aurantiacus Engl. Jaunde. ZENKER 690.
— Thomsonii Oliv. Gabun. KLAINE 1174.
— oliganthus E. et D. Fishtown. DINKLAGE 2083.
— nitidus Engl. Iringa. GOETZE 660.
— Monteiroae Oliv. Lourenzo-Marques. SCHLECHTER 11623.
— Pierreanus Engl. Gabun. JOLLY 48.
— Jollyanus Pierre. Elfenbeinküste. JOLLY 157.
Anona muricata L. Victoria. DEISTEL 141.
— glauca Schum. et Thonn. Sierra Leone. SCHUM. et TH.
— reticulata L. Angola. BUCHNER.
— squamosa L. Deutsch-Ostafrika. STUHLMANN.
— senegalensis Pers. Togo, Kratschi. Graf ZECH 263/4.
— — var. subsessilifolia Engl. Kunene-Sambesi, 1120 m. BAUM 392.
— — var. cuneata Oliv. Kokakele, 1211 m. BAUM 143.
— Klainei Pierre. Gabun. KLAINE 1126.
Isolona campanulata E. et D. Nord-Kamerun. KONRAU 93.
— Heinsenii E. et D. Usambara: Derema. SCHEFFLER 115.
— hexaloba (Pierre) E. et D. Gabun. KLAINE 360.
Monodora myristica Dun. Bot. Garten zu Berlin.
— crispata E. et D. Kamerun (Victoria). PREUSS.
— Grandidieri Baill. Usaramo. STUHLMANN.
— Zenkeri E. et D. Kamerun. ZENKER 776.
— angolensis Welw. Angola. WELWITSCH 776.
— minor E. et D. Dar-es-Salaam (Sachsenwald).
— Preussii E. et D. Kamerun (Victoria). GOETZE 3.

B. Asiatische und amerikanische Anonaceen.

Sageraea elliptica Hook. f. et Th. Penang. WALLICH 4125.
Uvaria Hamiltonii Hook. f. et Th. Sikkim. HOOKER.
— siphonocarpa Hook. f. et Th. Ceylon. THWAITES 1045.
— macrophylla Roxb. Ceylon. THWAITES 3527.
— hirsuta Jack. Penang. WALLICH 6485.
— lucida Hook. f. et Th. Khasia. HOOKER.
— ceylanica L. Ceylon. THWAITES 1030.
— pygmaea (Dunal) Engl. Florida. GEO V. NASH.
Ellipeia leptopoda King. Perak. KING 7566.

Ellipeia cuneifolia Hook. f. Larut. KING 5844.
Guatteria australis St. Hil. Rio de Janeiro. GLAZIOU 8524.
— villosissima St. Hil. Herb. Mart. Flor. Brasil.
— Candolleana Schlecht. Brasilien. Herb. Mart.
— Sellowiana Schlecht. Brasilien. SCHWACKE 11 236.
Ephedranthus parviflorus Sp. Moore. Matogrosso. SP. MOORE 310.
Cananga odorata Hook. f. et Th. Neu-Guinea (Kaiser Wilhelm-Land). HOLLING.
Anaxagoraea Scortechinii King. Malay. Peninsula. KING 4823.
Disepalum coronatum Becc. Borneo.
Unona Macleotiana Blume. Java. BLUME 106.
Polyalthia hypoleuca Hook. f. et Th. Perak. KING 6183.
— scamensis Börl. Perak.
Mezettia parviflora Becc. Ex. Hort. Bog.
Alphonsea sclerocarpa Thw. Ceylon. THWAITES 2727.
Bocagea heterantha Baill. Madagascar. HILDEBRANDT 3041.
Miliusa tomentosa (Roxb.) Hook. f. et Th. Malabar. STOCKS.
— velutina Hook. f. et Th. Herb. Griff. 362. Malay. Peninsula.
— indica Lesch. Madras. Ex herb. Mus. Brit. 6432.
— Roxburghiana Hook. f. et Th. Manila. ROXBURGH 45 449.
Phaeanthus lucidus Oliv. Malay. Peninsula. KING 10044.
Heteropetalum brasiliense Benth. Rio Casiquiari. R. SPRUCE 3184.
Orophea zeylanica Hook. f. et Th. Ceylon.
— Thorelii Pierre. Cambodja.
Mitrephora celebica Scheff. Ind. Archipel. MENADO 113.
— Maingayi King. Malay. Peninsula. KING 10 359.
Goniothalamus Gardneri Hook. f. et Th. Ceylon. THWAITES 1029.
Artabotrys odoratissimus R. Br. Malaya.
— inodorus Zippel. Neu-Guinea.
Melodorum fulgens Hook. f. et Th. Ceylon. KING.
— manubriatum Hook. f. et Th. Ceylon. KÜNSTLER.
— lanuginosum Hook. f. et Th. Ceylon. KING.
Oxymitra borneensis Miq. Sumatra. KORTHALS.
— biglandulosa Scheff. Malaga.
Anona palustris L. Florida. CABANIS.
— crassifolia Mart. Brasilien.
— dioica St. Hil. Brasilien.
Rollinia emarginata Schlechtend. Hort. Berol. Juni 43.
— resinosa Spruce. Rio Negro. SPRUCE 1850/51.
— incurva Sp. Moore. Iter Matogr. SP. MOORE 522.
Eupomatia laurina R. Br. Port Jackson. Herb. Kew. 82.

Im Anschluss hieran sollen die Blätter der afrikanischen Anonaceen, so weit sie anatomisch untersucht worden sind, kurz beschrieben werden:

Uvaria.

1. U. angustifolium.
   a) Blattbau bifacial, Palissaden einreihig, lang, Schwammparenchym typisch.
   b) Epidermis einreihig, Zellen groß, Zellwand gebuchtet, Drusen nur in der oberen Epidermis, Behaarung fehlt.
   c) Kreisförmige, halbdurchbrechende Bastbeläge, im Schwammparenchym spärliche Secretzellen.

2. U. gigantea.
   a) wie 1 a, nur kürzere Palissaden.
   b) Mittelgroße Epidermiszellen, Wandung oben gerade, unten gebuchtet, spärliche zweizellige Einzelhaare, sonst wie 1 b.
   c) wie 1 c.
3. U. connivens.
   a) Blattbau subisolateral, Palissaden einreihig, kurz, Schwammparenchym palissadenartig, einreihig, kurz, dann typisch.
   b) Epidermis einreihig, Zellen oben mittelgroß, unten groß, Zellwand oben gerade, unten gebuchtet, oben fast überall große Drusen, unten zerstreut kleine Drusen, Stomata auffallend groß, Behaarung fehlt.
   c) wie 1 c.
4. U. chamae.
   a) wie 2 a, Schwammparenchym lacunös.
   b) wie 3 b, nur Drusen oben und unten in allen Zellen.
   c) wie 1 c.
5. U. angolensis.
   a) wie 1 a, Palissaden zweireihig.
   b) Epidermis einreihig, Zellen mittelgroß, Zellwand gebuchtet, verschwindend wenige kleine Drusen, sehr vereinzelte Büschelhaare.
   c) Bastbeläge durchgehend, schmal. Subepidermale, parallel zur Blattfläche verlaufende, schmale, wenig verzweigte Sklerenchymfasern. Im Schwammparenchym zahlreiche Ölzellen.
6. U. Klaineana.
   a) Blattbau bifacial, Palissaden zweireihig (lang, kurz), Schwammparenchym lacunös.
   b) Epidermis einreihig, Zellen klein, Wandung gerade. Kleine, sehr zerstreute Drusen, sehr winzige, zahllose Sternhaare.
   c) Bastbeläge schmal und durchgehend, im Schwammparenchym spärliche Ölzellen.
7. U. globosa.
   a) Blattbau subisolateral, Palissaden zweireihig (lang, kurz), Schwammparenchym dicht mit kurzen Palissaden.
   b) Epidermis einreihig, hoch. Zellen groß, Wandung gebuchtet, Krystalle fehlen. Stomata klein. Sehr spärliche, aus zwei Einzelhaaren bestehende Büschelhaare.
   c) wie 6 c.
8. U. leptoclada var. Holstii.
   a) Blattbau wie bei 7 a.
   b) Epidermiszellen wie bei 7. Starke Cuticula. Krystalle sehr zerstreut. Oben Einzelhaare, unten von einer stielartigen Emergenz getragene, zahlreiche, 8—10—12-strahlige Büschelhaare.
   c) wie 7 c.
9. U. scabrida.
   a) Blattbau wie 1 a.
   b) wie 8 b.
   c) wie 7 c.
10. U. Dinklagei.
   a) wie 4 a.
   b) Epidermis einreihig, Zellen oben mittelgroß, unten klein, vereinzelt kleine Drusen. Zahllose, 3—4-strahlige Büschelhaare neben gewöhnlichen Einzelhaaren. Papillöse Ausstülpung der unteren Epidermis.
   c) Stereom durchgehend, schmal. Sklerenchymfasern wie bei 5 c. Spärliche Ölzellen.

11. U. mollis.
   a) wie bei 2a.
   b) In allen Zellen große Drusen. Zahlreiche Büschelhaare sonst wie 5b.
   c) wie 6c.
12. U. gabonensis.
   a) wie 2a.
   b) Epidermis einreihig, palissadenartig gestreckt, mit starker Cuticula. Zellen oben klein, unten mittelgroß, Wandung oben gerade, unten gebuchtet; kleine, zerstreute Drusen, vereinzelte Büschelhaare.
   c) wie 7c.
13. U. Poggei.
   a) wie 3a.
   b) Epidermis einreihig, Zellen klein, gebuchtet, oben überall kleine Drusen, unten spärlicher. Büschelhaare.
   c) wie 3c.
14. U. glabrata.
   a) wie 6a.
   b) wie 7b, nur unten Drusen ganz vereinzelt.
   c) wie 6c.
15. U. caffra.
   a) wie 2a.
   b) Epidermis einreihig, Cuticula oben und unten stark, Zellen mittelgroß, gebuchtet; kleine, verstreute Drusen, 2—3-strahlige Büschelhaare neben 6—8-strahligen Sternhaaren.
   c) wie 5c.
16. U. Sofa.
   a) wie 1a.
   b) wie 10b, Papillen fehlen.
   c) Stereom dreiviertel durchgehend, zahlreiche Ölzellen im Schwammparenchym.
17. U. Kirkii.
   a) wie 1a. b) wie 1b. c) wie 5c.

Asteranthe.

A. asterias.
   a) Blattbau bifacial, Palissaden einreihig, lang, Schwammparenchym typisch.
   b) Epidermis einreihig, Zellen klein, Zellwand gebuchtet, äußerst wenige kleine Drusen, Einzelhaare.
   c) Breite, durchgehende Bastbeläge, subepidermale, parallel zur Blattfläche verlaufende Sklerenchymfasern, Ölzellen im Schwamm- und Palissadenparenchym.

Meiocarpidium.

M. lepidotum.
   a) Blattbau wie bei Asteranthe.
   b) Epidermis einreihig, Zellen oben klein, unten groß, Wandung oben gerade, unten gebuchtet, kleine Drusen, zahllose Schildhaare.
   c) Stereom $^3/_4$ durchgehend, Ölzellen nur im Schwammparenchym.

Pachypodanthium.

P. Staudtii.
   a) Blattbau subisolateral, Palissaden zweireihig (lang, kurz), unterseits einreihige, kurze Palissaden, dann dichtes Schwammparenchym.

b) Epidermis einreihig, Zellen klein, sehr gerbstoffhaltig, Wandung gerade, verstreute kleine Drusen, äußerst spärliche Sternhaare.

c) Stereom an den unteren Palissaden beginnend, oben zur Hälfte durchbrechend spärliche Ölzellen.

P. confine.

a) Blattbau subisolateral, Palissaden einreihig, lang, Schwammparenchym mit einer Reihe kurzer Palissaden, dann typisch.

b) Epidermis dreischichtig, Zellen klein, gerbstoffreich, Wandung gerade, zahlreiche Büschel- und Sternhaare.

c) Stereom aus breiten, inneren Trägern bestehend, Ölzellen spärlich.

Cleistopholis.

1. Cl. glauca.

a) Blattbau bifacial, Palissaden zweireihig (lang, kurz), Schwammparenchym typisch.

b) Epidermis einreihig, Zellen oben mittelgroß, unten klein, Wandung oben gebuchtet, unten gerade, verstreut kleine Drusen, Behaarung fehlt, jedoch subpapillöse Ausstülpung der unteren Epidermis vorhanden.

c) Innere Bastbeläge, Ölzellen im Schwamm- und Palissadenparenchym.

2. Cl. patens.

a) Blattbau bifacial, Palissaden einreihig, kurz, Schwammparenchym typisch.

b) Epidermis einreihig, Zellen mittelgroß, Wandung gebuchtet, spärlich verstreute Drusen, Behaarung fehlt.

c) wie 1 c.

3. Cl. Staudtii.

a) wie 2 a.

b) Epidermis einreihig, Zellen klein, Wandung gerade, oben verstreut kleine Drusen, unten zahlreiche große Drusen, Behaarung fehlt, hingegen Papillen.

c) wie 1 c.

4. Cl. Klaineana.

a) wie 1 a. b) wie 2 b. c) wie 1 c.

5. Cl. albida.

a) Blattbau subisolateral, Palissaden dreireihig (kurz, lang, kurz), Schwammparenchym mit einer Reihe sehr kurzer Palissaden, dann dicht.

b) Epidermis einreihig, starke Cuticula. Zellen sehr klein, Zellwand gerade, Mittelgroße Drusen. Behaarung fehlt.

c) Fast durchgehende breite Träger, Ölzellen besonders zahlreich im Schwamm- und Palissadenparenchym.

Anonidium.

1. A. Laurentii.

a) Blattbau bifacial, Palissaden einreihig, kurz, Schwammparenchyum typisch.

b) Epidermis einschichtig, Zellen mittelgroß, Wandung oben gebuchtet, unten gerade, Drusen sehr spärlich, Behaarung fehlt.

c) Sehr geringe Bastbeläge, ∞ Ölzellen im Schwamm- und Palissadenparenchym.

2. A. Mannii.

a) Blattbau wie vorher.

b) wie 1 b, nur Zellen klein mit gerader Wandung oben und unten

c) Bastbeläge breit, sonst wie 1 c.

Uvariopsis.

U. Zenkeri.

a) Blattbau bifacial, Palissaden zweireihig, sehr kurz, Schwammparenchym typisch.
b) Epidermis einschichtig, Zellen groß, Wandung gebuchtet, oben in allen Zellen klinorhombische Einzelkrystalle, unten fehlen die Krystalle. Behaarung fehlt.
c) Innere Bastträger, Ölzellen zahlreich und groß im Schwamm- und Palissadenparenchym.

Popowia.

1. P. elegans.
a) Blattbau subisolateral, Palissaden einreihig, kurz, Schwammparenchym mit einer Reihe kurzer Palissaden.
b) Epidermis einschichtig, Zellen sehr klein, Zellwand gerade, oben große Drusen, unten Einzelkrystalle, Behaarung fehlt.
c) Schmale, innere Bastbeläge, Ölzellen nur im Schwammparenchym.

2. P. Eminii.
a) Blattbau bifacial, Palissaden einreihig, kurz, Schwammparenchym typisch.
b) Epidermis einschichtig, Zellen klein mit gebuchteter Wandung, oben und unten verstreute kleine Drusen, Einzelhaare.
c) wie 1 c, Ölzellen auffallend groß und schön.

3. P. ferruginea.
a) wie 2 a.
b) wie 2 b, Epidermis unten papillös ausgestülpt.
c) Bastbeläge fast durchgehend, Ölzellen im Schwamm- und Palissadenparenchym

4. P. djurensis.
a) wie 2 a.
b) Epidermis einschichtig, Zellen mittelgroß mit gerader Wandung, verstreut kleine Drusen, sehr kleine Stomata, Papillen und Einzelhaare.
c) wie 3 c, Ölzellen nur im Palissadenparenchym.

5. P. fornicata.
a) wie 2 a, Schwammparenchym sehr lacunös.
b) wie 2 b, Stomata sehr klein, Papillen, Einzelhaare.
c) wie 3 c.

6. P. Vogelii.
a) wie 2 a.
b) Epidermis einschichtig, Zellen klein mit gerader Wandung, verstreut große Drusen, spärliche Einzelhaare.
c) wie 3 c.

7. P. foliosa.
a) wie 2 a. b) wie 6 b. c) wie 2 c.

Hexalobus.

1. H. grandiflorus.
a) Blattbau bifacial, Palissaden zweireihig, lang, Schwammparenchym typisch.
b) Epidermis einschichtig, Zellen klein, Wandung gerade, verstreut kleine Drusen. Am Blatt fehlt die Behaarung, an der Blüte gewöhnliche Einzelhaare.
c) Durchgehende Bastbeläge, Ölzellen im Schwamm- und Palissadenparenchym.

2. H. huillensis.
a) wie 1 a.
b) Epidermis einschichtig, Zellen mittelgroß mit gebuchteter Wandung, in der oberen Epidermis fast überall große Drusen, in der unteren zerstreut kleine Drusen; spärliche Einzelhaare.
c) wie 1 c.

3. H. senegalensis.
   a) Blattbau bifacial, Palissaden zweireihig (lang, kurz). Schwammparenchym typisch.
   b) Epidermis einschichtig, Zellen oben groß mit gebuchteter Wand, unten klein mit gerader Wandung, oben verstreut große, unten verstreut kleine Drusen, Einzelhaare.
   c) wie 1 c, nur breitere Bastbeläge.

Xylopia.

1. X. africana.
   a) Blattbau bifacial, Palissaden zweireihig (lang, kurz), Schwammparenchym sehr lacunös.
   b) Obere Epidermis zweireihig, Zellen sehr klein, gebuchtet, verstreute Einzelkrystalle, Einzelhaare neben Papillen.
   c) Schmale, durchgehende Bastbeläge, spärliche Ölzellen nur im Schwammparenchym.
2. X. aethiopica.
   a) wie 1 a.
   b) Epidermis oben zweireihig, Zellen klein, Wandung gerade, überall kleine Drusen, sonst wie 1 b.
   c) wie 1 c.
3. X. oxypetala.
   a) Blattbau bifacial, Palissaden einreihig, Schwammparenchym sehr lacunös.
   b) Epidermis einreihig, Zellen mittelgroß mit gerader Wandung, oben in allen Zellen große Drusen, unten vereinzelt kleine Drusen, Behaarung fehlt.
   c) Breite, durchgehende Bastbeläge, Ölzellen im Schwamm- und Palissadenparenchym.
4. X. Elliotii.
   a) wie 1 a, Schwammparenchym etwas dichter.
   b) Epidermis einreihig, Zellen groß. Wandung bei hoher und niedriger Einstellung verschieden aussehend.
   c) wie 1 c.
5. X. odoratissima.
   a) wie 1 a.
   b) Epidermis einreihig, Zellen klein, Wandung gerade, oben überall große, unten überall kleine Drusen, Einzelhaare, Papillen.
   c) Breite, durchgehende Bastbeläge, Ölzellen im Schwamm- und Palissadenparenchym.

Polyceratocarpus.

P. Scheffleri.
   a) Blattbau bifacial, Palissaden zweireihig, kurz, Schwammparenchym typisch.
   b) Epidermis einschichtig mit starker Cuticula, Zellen mittelgroß, Wandung gebuchtet, verzahnt; Krystalle und Haare fehlen.
   c) Durchgehende starke Bastbeläge, Secretzellen auffallend groß (bis 66 μ).

Stenanthera.

St. gabonensis.
   a) Blattbau bifacial, Palissaden einreihig, kurz, Schwammparenchym normal.
   b) Epidermis einschichtig, Zellen mittelgroß, Wandung oben gebuchtet, unten gerade. Krystalle und Haare fehlen.

c) Innere, ringförmige, breite Bastbeläge, schöne, große Ölzellen im Schwammparenchym meist in zwei Reihen über einander.

Enantia.

E. Kummeriae.

a) Blattbau bifacial, Palissaden einreihig, Schwammparenchym lacunös.
b) Epidermis einschichtig mit starker Cuticula, Zellen klein, jedoch im Querschnitt bis 27 μ hoch, Wandung gerade. Fast in allen Zellen rhomboidische Einzelkrystalle. Stomata klein, Einzelhaare, Papillen.
c) Innere Bastbeläge, Ölzellen im Schwamm- und Palissadenparenchym.

Artabotrys.

1. A. Thomsonii.

a) Blattbau subisolateral, Palissaden zweireihig (lang, kurz), Schwammparenchym dicht mit zweireihigen, kurzen Palissaden.
b) Epidermis einreihig mit starker Cuticula, Zellen klein, gebuchtet, vereinzelt kleine Drusen, Behaarung fehlt.
c) Innere breite Bastbeläge, Ölzellen im Schwamm- und Palissadenparenchym.

2. A. aurantiacus.

a) Blattbau subisolateral, Palissaden zweireihig (lang, kurz), Schwammparenchym lockerer als bei 1, nur einreihige, kurze Palissaden.
b) Epidermis einschichtig, Zellen groß, Wandung gerade und gebuchtet erscheinend, sonst wie 1 b.
c) wie 1 c.

3. A. oligantha.

a) Blattbau bifacial, Palissaden zweireihig, kurz, Schwammparenchym lacunös.
b) Epidermis einschichtig, Zellen sehr groß, Wandung gebuchtet, sonst wie 1 b.
c) wie 1 c.

4. A. nitida.

a) Blattbau wie 2 a.
b) wie 2 b, nur Drusen in allen Zellen.
c) Stereom sehr breit, fast durchgehend, Ölzellen im Schwamm- und Palissadenparenchym.

Anona.

1. A. glauca.

a) Blattbau bifacial, Palissaden einreihig, sehr lang, Schwammparenchym typisch.
b) Epidermis zweireihig, an den Gefäßen mehrschichtig; starke Cuticula, Zellen groß, Zellwand gerade. Oben sehr große Drusen in allen Zellen, unten spärlicher und kleiner. Behaarung fehlt, Papillen.
c) Durchgehende, breite Träger, parallel zur Epidermis verlaufende innig verschlungene Sklerenchymfasern, Ölzellen zahlreich und groß, im Schwamm- und Palissadenparenchym.

2. A. reticulata.

a) wie 1 a.
b) Epidermis einreihig, Zellen mittelgroß, gerade, oben mittelgroße Drusen, unten kleine Drusen fast in allen Zellen, Stomata klein, ganz vereinzelt Einzelhaare mit auffallend langer Endzelle.
c) Breite, halbdurchgehende Träger, zahlreiche Ölzellen im Schwamm- und Palissadenparenchym.

3. A. squamosa.
   a) Blattbau bifacial, Palissaden einreihig, kurz, Schwammparenchym sehr dicht.
   b) Epidermis ein- bis zweireihig, Zellen groß, gebuchtet, verstreut kleine Drusen, Stomata auffallend klein, auffallend lange Einzelhaare.
   c) wie 2c.
4. A. palustris.
   a) Blattbau subisolateral, Palissaden einreihig, sehr lang, Schwammparenchym dicht mit kurzen, einreihigen Palissaden.
   b) Epidermis 2—3—4-reihig, Zellen oben mittelgroß, unten klein, Wandung gerade, zerstreute, kleine Drusen, Stomata sehr klein, Behaarung fehlt.
5. A. Klainei.
   a) wie 1a.
   b) wie 4b, nur Epidermis überall gleichmäßig dreischichtig; die innerste Zellschicht aus palissadenartig gestreckten Zellen bestehend.
   c) Bastbeläge durchgehend, ∞ Ölzellen im Schwamm- und Palissadenparenchym.
6. A. senegalensis.
   a) Blattbau bifacial, Palissaden zweireihig (lang, kurz), Schwammparenchym sehr dicht.
   b) Epidermis zwei bis mehrschichtig, Zellen mittelgroß, Wandung gerade, kleine ∞ Drusen, Stomata klein, knäuelartig verschlungener Haarfilz aus langen Einzelhaaren.
   c) Bastbeläge $^3/_4$ durchgehend, sonst wie 1c.
7. A. senegalensis var. cuneata.
   a) wie 1a.
   b) Epidermis zweireihig, Zellen klein, Wandung gerade, sehr kleine Drusen, ∞ Stomata auf der Blattunterseite, desgleichen auch solche vereinzelt auf der Blattoberseite, leicht gekräuselte Einzelhaare.
   c) wie 1c.

Isolona.

I. hexaloba.
   a) Blattbau bifacial, Palissaden einreihig, Schwammparenchym typisch.
   b) Epidermis einschichtig, Zellen mittelgroß, Wandung gebuchtet, Krystalle und Haare fehlen, ∞ Stomata.
   c) Breite, durchgehende Bastbeläge, ∞ Ölzellen.

I. Heinsenii.
   Blattunterseite mit langen Einzelhaaren, sonst wie I. hexaloba.

Monodora.

1. M. myristica.
   a) Blattbau bifacial, Palissaden einreihig, Schwammparenchym etwas lacunös.
   b) Epidermis einschichtig, Zellen groß, Wandung gebuchtet, zahlreiche Drusen, zahlreiche Stomata, Behaarung fehlt.
   c) Breite, fast durchgehende Bastbeläge, zahlreiche Ölzellen im Schwamm- und Palissadenparenchym.
2. M. Preussii.
   Neben den Drusen auch rhomboedrische Einzelkrystalle, sonst wie M. myristica

A. Allgemeiner Teil.

1. Hautsystem.

a. Epidermis.

Der Besprechung über die Epidermis selbst soll einiges über die Cuticula vorausgeschickt werden. Ihrer Doppelfunction einerseits als Festigungsmittel überhaupt, andererseits als Schutzmittel gegen die Trockenheit oder gegen zu große Transpiration entsprechend, findet sich die Cuticula bei den Anonaceen naturgemäß hauptsächlich bei Pflanzen trockener, sonniger Standorte ausgeprägt, während die dem schattigen Urwald angehörenden des gleichen Schutzes nicht in diesem Maße bedürfen. Die Cuticula der Blattunterseite ist stets bedeutend schwächer, eine fast gleich starke Cuticula oben und unten zeigt die in der Delagoabay heimische *Uvaria caffra.* Eine auffallend starke Cuticula zeigten *Uvaria angolensis*, *U. caffra*, *Cleistopholis albida*, *Heteropetal. brasiliense*, *Goniothal. Gardneri*, *Popowia foliosa*, *Polyalthia hypoleuca*, *Artabotrys nitida*, *Anona glauca.* Bei *Goniothalam. Gardneri* war die Stärke der Cuticula von allen untersuchten Arten die größte, nämlich 19,5 μ. Hingegen zeigten die von Baum im Kunenegebiet in Höhen über 1000 m gefundenen, mehr xerophytischen Arten *Anona senegalensis* var. *subsessilifolia*, *A. senegal.* var. *cuneata* und *Xylopia odoratissima* var. *minor* in der Structur ihrer Cuticula nichts Auffälliges.

Die Cuticula ist in den meisten Fällen glatt und als eine gleichmäßig starke Haut den Epidermiszellen aufgelagert, eine Verzahnung mit den darunter liegenden Epidermiszellen findet sich nirgend, ebenso wenig die Ausbildung von besonderen Cuticularschichten oder die Ausscheidung von Wachs. Dagegen finden sich vereinzelt Cuticularleisten bei den weiter unten zu erwähnenden, mit papillösen Ausstülpungen versehenen Arten, die Papillen mit einander verbindend, in physiologischer Hinsicht nach Tshirch[1]) die Biegungsfestigkeit des Blattes bezweckend. Die Cuticularleisten präsentieren sich als leistenförmige Verdickungen, die nicht ganz bis zur Höhe der Papillen heranreichen. Sie finden sich nur vereinzelt bei einigen afrikanischen Arten, so bei *Cleistopholis glauca*, *Cl. Staudtii*, *Anona glauca* und *Enantia Kummeriae.*

Die Epidermis selbst ist bei der großen Mehrzahl der untersuchten Arten einschichtig, die Zellen meist isodiametrisch. Die Größe der Epidermiszellen und die Beschaffenheit der Seitenränder sind nach den verschiedenen Standorten naturgemäß verschiedene, sind zur Artcharakteristik jedoch gut zu verwenden. Bewohner trockener sonniger Standorte zeigen im allgemeinen Kleinzelligkeit der Epidermis und gerade, selten schwach gewellte Seitenränder, Bewohner des schattigen Urwaldes andererseits wiederum große

1) Linnaea 1880/82, p. 157 ff.

Zellen mit mehr oder minder stark gebuchteten Seitenwänden. Doch finden sich Ausnahmen hier wie dort. Als Vertreter des ersten Typus wären zu nennen: *Uvaria gabonensis*, *Uv. Sofa*, *Pachypod. Staudtii* und *confine*, *Cleistoph. Staudtii*, *Anonidium Mannii*, *Popowia ferruginea*, *P. Eminii*, *P. Vogelii*, *Heteropet. brasiliense*, *Goniothal. Gardneri*, *Asteranthe Asterias*, *Xylopia africana;* als Beispiele für den zweiten *Ellipeia leptopoda*, *Uvaria connivens*, *Uvariopsis Zenkeri*, *Popowia djurensis*, *Bocagea heterantha*, *Mitrephora celebica*, *Polyceratocarpus Scheffleri*, *Anona muricata*, *Monodora myristica.*

Besonders gut war eine typische Verzahnung der Epidermiszellen zum Zwecke, der Epidermis Festigkeit zu verleihen, zu beobachten bei *Ellipeia leptopoda, Alphonsea sclerocarpa* und *Polyceratocarpus Scheffleri.*

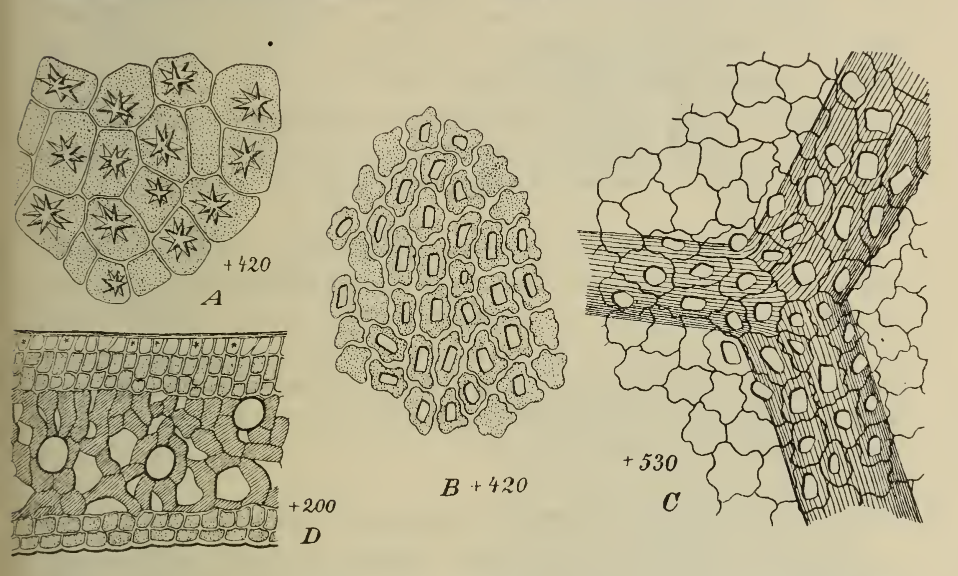


Fig. 1. *A Unona tomentella*, Drusen in der oberen Epidermis; *B Alphonsea sclerocarpa*, Einzelkrystalle derselben (beide Vergr. 420).; *C Ephedranthus parviflorus*, Einzelkrystalle über den Nerven (Vergr. 530); *D Cleistopholis albida*, Querschnitt durch das Blatt; subisolateraler Bau, Ölzellen (Vergr. 200).

Die Seitenwände, sowie die Innenwand der Epidermis zeichnen sich in der Regel durch ihre Zartheit aus, besonders wo sie gewellt oder gebuchtet sind. Starke Zellwände finden sich jedoch auch vereinzelt, auffallend stark bei *Goniothalamus Gardneri*, das sich schon durch seine starke Cuticula auszeichnete. Die Außenwand der Epidermiszellen ist dagegen im Verhältnis zu den Seitenwänden und der Innenwand meist stark verdickt, durch welche Eigenschaft die Cuticula in ihrer schützenden Function wesentlich unterstützt und die allgemeine Festigkeit des Blattes bedeutend erhöht wird.

Ebenfalls die Erhöhung der Festigkeit des Blattes bewirkt wohl auch

die bei einzelnen Anonaceen vorhandene mehrschichtige Epidermis. (Fig. 1 *D*). Dieselbe ist meist nur eine zweireihige Schicht, wird jedoch, insbesondere direct über den Gefäßbündeln, zuweilen zu einer Schicht von vier Zellreihen übereinander. Gerade dieser letzte Umstand scheint den wohl ausschließlichen Zweck des Schutzes am besten zu illustrieren. Im Flächenschnitt erscheinen die Zellen auch hier meist isodiametrisch, im Querschnitt über den Gefäßen bis 27 μ hoch, dann allmählich nach beiden Seiten hin sowohl in der Anzahl der Schichten, wie in der Höhe der Zellen abnehmend. Sehr gut zu beobachten ist dies bei *Ellipeia leptopoda*, *Pachypodanth. confine*, *Miliusa indica* und *Anona palustris*. Eine zweischichtige Epidermis besitzen von den untersuchten Arten ferner *Mitrephora Maingayi*, *Xylopia aethiopica*, *X. africana*, *Anona glauca*, *A. squamosa*, *A. senegalensis*, *A. senegalensis* var. *cuneata*, *A. senegal.* var. *subsessilifolia*. Eine dreireihige Epidermis mit palissadenartiger Streckung der untersten Zellreihe zeigt ferner *Anona Klainei*.

Eine palissadenartige Streckung des Epidermiszellwände, in physiologischer Hinsicht wohl die leichtere Wasserversorgung bezweckend, für *Anona squamosa* schon von Johow[1]) erwähnt, zeigt sonst nur noch *Uvaria gabonensis*.

Die Korkbildung konnte besonders gut beobachtet werden bei *Cleistopholis albida* und *Uvariopsis Zenkeri*. Sie erfolgt oberflächlich, ebenso wie Spencer Moore dies schon für *Stormia* erwähnt hat l. c. p. 302: »The phellogen layer lies close to the epidermis«. Eine Verschleimung der Epidermiszellwände konnte außer bei *Heteropetal. brasiliense* nirgends beobachtet werden. Dagegen wurde Gerbstoff häufig, hauptsächlich bei *Pachypodanthium Staudtii* und *confine*, gefunden.

b. Anhangsgebilde der Epidermis (Trichome).

Hierunter besprochen werden soll auch die einfache, von Solereder als »subpapillös« bezeichnete Ausstülpung der unteren Epidermiszellwände. Zunächst sei vorausgeschickt, dass sich Drüsenhaare oder Candelaberhaare oder Tannenbaumhaare nirgends finden, bei keiner der zahlreichen untersuchten Arten. Es kann deshalb das Fehlen dieser soeben erwähnten Haarformen als Familienmerkmal angesprochen werden.

Im übrigen ist durch Haarbildungen näher charakterisiert nur die Unterfamilie der *Uvarioideae*. Die häufigste Haarform der *Uvarioideae* und somit der Anonaceen überhaupt ist das einzellreihige, meist zweizellige, selten dreizellige Deckhaar. Dasselbe findet sich bei fast sämtlichen Untergruppen, meist nur auf der Blattunterseite, sowohl spärlich wie dicht gesät, nicht selten neben einer subpapillösen Ausbuchtung der Epidermiszellwände der unteren Seite, besonders gut zu beobachten bei *Popowia ferruginea*,

1) Pringsheim's Jahrb. XV. p. 308.

P. djurensis, *P. Vogelii*, *Xylopia africana*, *X. odoratissima* und *Enantia Kummeriae*.

Die Haare sind meist glatt, häufig borstenförmig. Die Stärke der Wandung ist überall eine recht bedeutende, das Zelllumen verschwindet jedoch nirgends. Die Trichome sind in die Epidermis eingesenkt, erreichen zuweilen eine bedeutende Länge, bestehen, wie schon erwähnt, aus zwei, seltener aus drei Zellen, die spitz auslaufende Endzelle hat meist einen braunen Zellinhalt und ist stets länger als die Fußzelle. Diese einfache

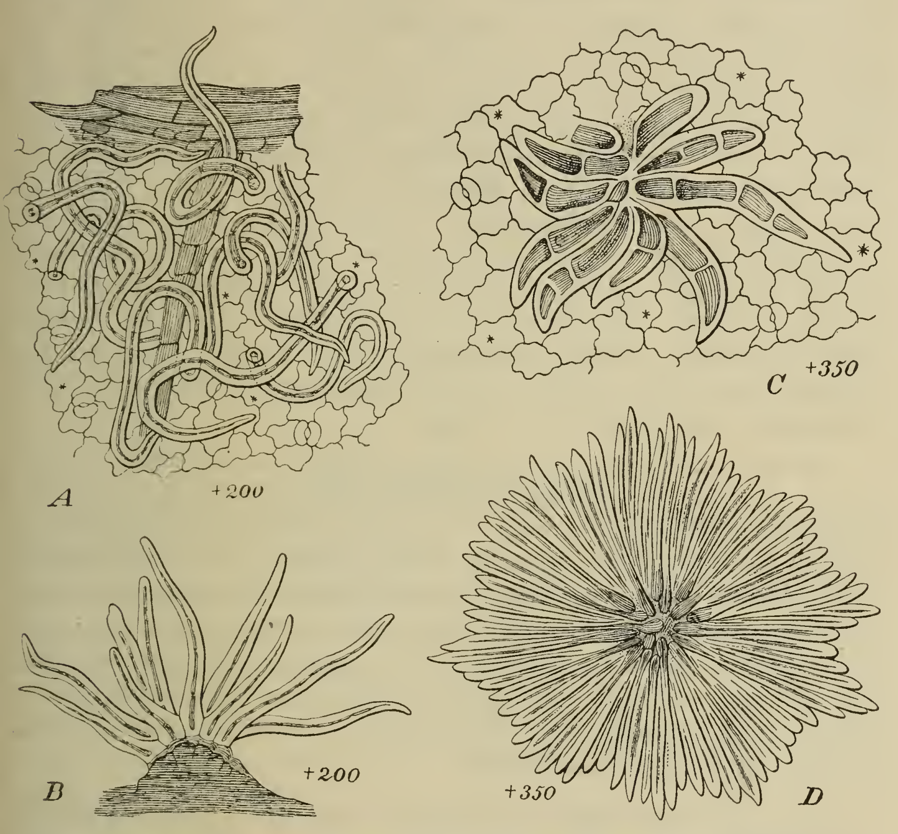


Fig. 2. *A Anona senegalensis*, lange, gewundene Haare (Verg. 200); *B Uvaria leptoclada*, Büschelhaare (Vergr. 200); *C Uvaria lucida*, Übergangsform zum Schildhaar; *D Meiocarpidium lepidotum*, Schildhaar (Vergr. 350).

Haarform findet sich, und zwar regelmäßig nur auf der Unterseite des Blattes, bei den Gattungen *Ephedranthus*, *Asteranthe*, *Guatteria*, *Cananga*, *Unona*, *Popowia*, *Miliusa*, *Piptostigma*, *Heteropetalum*, *Goniothalamus*, *Hexalobus*, *Xylopia*, *Enantia*, *Melodorum*, *Oxymitra*, *Anona* und *Rollinia*. Die beiden letzten, zu der Gruppe der *Anoninae* zusammengefassten Gattungen sind durch eine auffallend lange Endzelle besonders ausgezeichnet. Die

Endzelle ist hier durchgehend ungefähr drei Mal so lang wie die Fußzelle, speciell bei *Rollinia emarginata* 113 μ gegenüber 35 μ lang. Knäuelartig zu einem dichten Filz spiralig verschlungene Haare (cf. Fig. 2*A*) finden sich ganz vereinzelt bei *Anona senegalensis* und dessen Varietäten, sowie am jungen Blatt von *Xylopia odoratissima* var. *minor*. Schon makroscopisch auffallende, lange seidenglänzende Haare weist *Monanthotaxis Poggei* auf. Die Haare werden hier bis 1,7 mm lang. Filzartig dicht gesäte kurze einzellige Haare finden sich allein bei *Polyalthia hypoleuca*.

Bei weitem charakteristischer ist die Ausbildung der Haarformen bei den *Uvariinae*. Dieselben nehmen in dieser Beziehung geradezu eine Ausnahmestellung innerhalb der *Anonaceae*, speciell der *Uvarieae*, ein. Es findet sich nämlich bei den *Uvariinae* von dem oben beschriebenen einfachen Deckhaar bis zum Schild- oder Schuppenhaar eine Kette von Übergängen, in der die Büschel- und Sternhaare gewissermaßen in genetischer Hinsicht die Verbindungstypen bilden (Fig. 2*B* und *C*). Sehr schön ist dieser Übergang zur Schildhaarform zu beobachten bei *Uvaria caffra* und *U. lucida* (Fig. 2*C*). Das einfache Deckhaar findet sich, als Ausnahme bei dieser Untergruppe, nur bei der Section *Uvariodendron* der Gattung *Uvaria*, speciell bei *Uvaria gigantea*, bei der von neuem zur Gattung *Uvaria* gezogenen, früher selbständigen Gattung *Asimina*, sowie bei den Gattungen *Asteranthe*, *Ephedranthus* und *Guatteria*, bei letzterer von einer auffallenden, recht beträchtlichen Länge.

Hieran würden sich die als Büschelhaare zu verstehenden Haarformen anreihen. Ihre Entstehungsgeschichte konnte natürlich am Herbarmaterial nicht beobachtet werden. In fertigem Zustande präsentieren sie sich wie ein Büschel divergierender einfacher Haare, wobei die Fußzellen fest mit einander verbunden bleiben. Der Unterschied gegenüber dem unten zu erwähnenden Sternhaar besteht darin, dass das Büschelhaar mit seinen oft borstigen Einzelhaaren frei in die Luft hinausragt, während das Sternhaar sich mehr als Decke der Epidermis anschmiegt. Die Anzahl der zu einem Büschel gehörenden Haare ist verschieden, 2—5—9. Hierbei lassen sich folgende Gruppen unterscheiden:

α. Die Büschelhaare sitzen der Epidermis direct auf. Hierher gehörend: *U. bipindensis*, *cardiophyllum*, *angolensis*, *globosa*, *Dinklagei*, *mollis*, *gabonensis*, *Poggei*, *Sofa*, *Hamiltonii*, *macrophylla*, *hirsuta*. Bei *U. Dinklagei* und *U. Sofa* finden sich daneben auf der Blattoberseite spärliche Einzelhaare.

β. Die Büschel werden von einer stielartigen Emergenz getragen, auf der Blattoberfläche finden sich verstreute Einzelhaare: *U. leptoclada* var. *Holstii*, *U. scabrida*.

γ. Die einzelnen Strahlen werden zahlreicher, das Haargebilde schmiegt sich mehr der Epidermis an, wird zum Sternhaar, daneben noch ver-

einzelt Büschelhaare: *U. caffra*, *Klaineana*, *lucida*, *Ellipeia leptopoda*, *E. cuneifolia*.

Bei allen bis jetzt erwähnten Formen sind die Strahlen noch getrennt. Mit der Verwachsung derselben beginnen die Übergänge vom Sternhaar zum Schildhaar. Als Schildhaare werden daher, dem Vorgange Bachmann's[1]) folgend, diejenigen Formen bezeichnet, deren Strahlen von der Basis an bis mindestens zur Hälfte ihrer Länge mit einander verwachsen sind:

δ. Die Sternhaare gehen in Schildhaare über, sind sehr reichstrahlig, nach Bachmann bei *Duguetia* in die Epidermis bis zum Mesophyll eingesenkt, ohne Stiel. Die Strahlen sind äußerst dickwandig, mehr oder weniger mit einander verbunden, bei *Meiocarpidium lepidotum* fast bis zum Rand. Hierher nur *Meiocarpidium lepidotum* und nach Bachmann's Untersuchung *Duguetia bracteosa* Mart., *D. Spixiana* Mart. und befremdender Weise *Anona furfuracea* St. Hil., sowie nach Blenck[2]) unter der Bezeichnung »Sternhaar« *Duguetia bracteosa* Mart., *D. longicuspis* Benth., *D. Pohliana* Mart., *D. uniflora* Mart. Bei den vom Verfasser untersuchten Arten der Gattung *Anona* waren keine Schildhaare vorhanden. Ebensowenig hat Blenck solche bei den von ihm untersuchten Arten (darunter ebenfalls *Anona furfuracea* St. Hil.) gefunden. Es muss somit Bachmann ein falsch bestimmtes Exemplar vorgelegen haben.

2. Das mechanische System.

Die mechanischen Elemente sind bei den Anonaceen überall sehr reichlich und in sehr mannigfacher Form vertreten. Denn neben den gewöhnlichen Bast- und Libriformzellen finden sich zahlreiche Sklerenchymelemente, sei es nun in Form von Sklerenchymfasern oder von einfachen Steinzellen, sowie vereinzelt Spicularzellen. Diese sklerotischen Zellen finden sich bei den Anonaceen überall, in der Rinde sowohl wie im Mark, in vielen Laubblättern, häufig im Kelch- und Blumenblatt, im Pericarp und in der Samenschale. Es wird bei den einzelnen Abschnitten hierauf noch besonders Bezug genommen werden.

a. Anordnung der mechanischen Elemente im Stamm.

Die Bastfasern zeigen stets die typische, spindelförmige Gestalt mit longitudinal verlaufenden Tüpfelcanälen. Die Wandungen sind meist stark verdickt, das Lumen verschwindet jedoch nirgend, wenn es auch zuweilen recht eingeengt wird. Die Länge der spitz zulaufenden Zellen ist nicht bedeutend, für *Guatteria villosissima* St. Hil. nach Moeller höchstens

1) Bachmann, Schildhaare. — Flora 1886, p. 390 ff.

2) Blenck, Flora 1884, p. 98 ff.

1 mm lang. Die Bastzellen sind häufig innig verschmolzen, im Querschnitt meist rundlich, oft jedoch auch kantig. Was zunächst die secundäre Rinde anbelangt, so zeigen sich an ihr folgende constante Familienmerkmale:

α) Die Bastfasern an der Innenseite der Rinde sind auf dem Längsschnitt überall maschenartig angeordnet (Fig. 3 *D*). Nur Moeller[1]) spricht von einem netzig-runzeligen Aussehen der Rindeninnenseite. Im übrigen ist von keinem der Autoren, auch nicht von Sp. Moore, darauf geachtet worden. Und dennoch ist diese Zeichnung der Innenrinde bei allen unter-

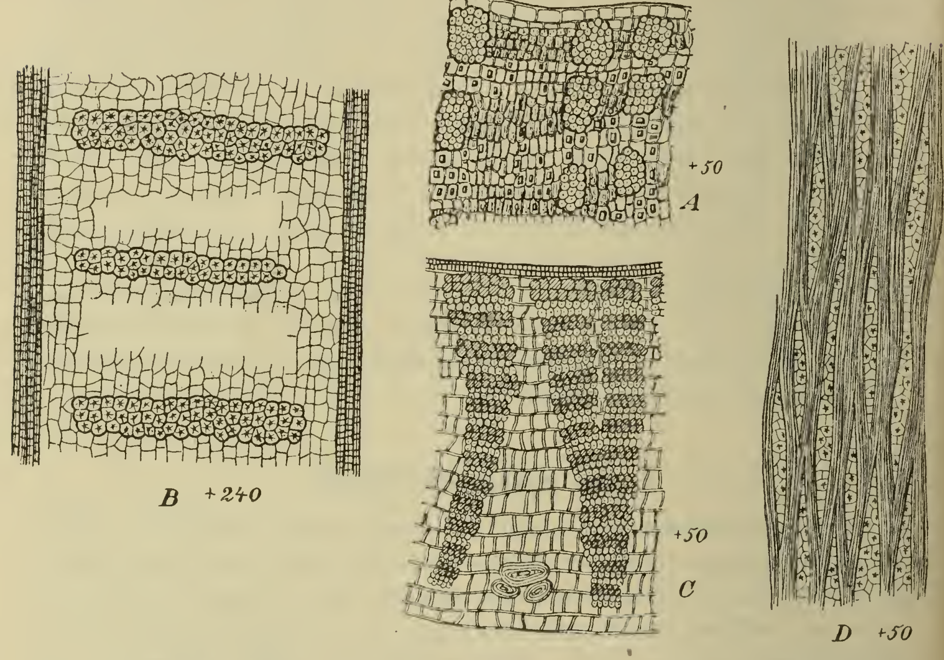


Fig. 3. *A Uvaria gigantea*, secundäre Rinde (Vergr. 50); *B Hexalobus grandiflorus*, Steinzelldiaphragmen im Mark (Vergr. 240); *C* Derselbe, secundäre Rinde (Vergr. 50); *D Anaxagoraea Scortechini*, Bastmaschen auf der Innenseite der Rinde (Vergr. 50).

suchten Arten, oft schon dem bloßen Auge bemerkbar, deutlich zu erkennen, besonders gut, wie die Abbildung zeigt, bei *Anaxogoraea Scortechini*.

β) Ein ferneres Familienmerkmal der Anonaceen ist die von den älteren Autoren erwähnte »Schichtung in Hart- und Weichbast«, d. h. eine tangentiale Anordnung von Bastzellreihen, welche einerseits nur durch die Markstrahlen, andererseits nur durch das sie ausfüllende Leptom unterbrochen werden, derart, dass eine deutliche Schichtung zu stande kommt, so dass am Querschnitt zarte helle und dunkle Linien in ungewöhnlicher Regelmäßigkeit mit einander abwechseln (Fig. 3 *C*). Diese Anordnung illustriert in hervorragender Weise die Zweckmäßigkeit der Verteilung der

1) Moeller, Rindenanatomie, 1882, p. 225 f.

mechanischen und leitenden Gewebe. Durch die peripherische, kreisförmige Lagerung der Bastmassen werden, wie leicht ersichtlich, nicht nur die Leptomteile geschützt, sondern auch die Biegungs- und Druckfestigkeit der Rinde überhaupt erhöht Meist übertreffen die Bastreihen die Leptomteile an Menge, doch findet sich auch eine gleichmäßige Verteilung beider, so bei *Enantia Kummeriae* und *Monodora Preussii.* Die Bastzellreihen bestehen meist je aus 3—4—6 Zellagen über einander, die Anzahl der Bastzellreihen selbst beträgt 2—4—6—12. Spencer Moore beschreibt das für *Ephedranthus* folgendermaßen: »The soft bast is normal, while the hard bast in each phloëm region is composed of two or three masses of fibres, of which the othermost hat the greatest thickness. These masses frequently run right across and so stup up the medullary rays«. Eine Ausnahme hiervon macht nur die Anordnung der Bastzellen bei den Gattungen *Stormia* Sp. Moore und *Anonidium* Engl.-Diels. Spencer Moore schreibt über *Stormia brasiliensis* Sp. M. folgendes: »In the phloëm the fibres, parenchym and small sive-tubes with companion-cells are in every respect normal. The sections, made by me, showed usually four groups of bastfibres: of these the three inner have their long axes tangential, the outer group being elongated in a radial plane.« Man hat darunter zu verstehen, wie dies auch für *Anonidium Mannii* zutrifft, dass die äußere stärkere Bastzellreihe halbmondförmig herumgeht, während die inneren Bast- und Leptomschichten concentrisch angeordnet sind. Besonders zahlreiche Bastzellschichten über einander zeigen unter anderen *Enantia chlorantha*, *Cleistochlamys Kördtii*, *Uvariopsis Zenkeri*, *Goniothalamus Gardneri* und *Hexalobus grandiflorus.* Bei den letzteren wurden zwölf Reihen gezählt. Im allgemeinen sind sechs Reihen über einander am häufigsten beobachtet worden, nur bei der subtropischen *Uvaria* (früher *Asimina*) *pygmaea* bestehen ausnahmsweise nur zwei Reihen, die innere zwei, die äußere fünf Zelllagen hoch. Eine Verzweigung und Anastomose der Bastzellreihen unter einander in radialer Richtung ist selten, bei *Guatteria australis* und *Artabotrys Thomsonii* jedoch gut zu beobachten. Völlig eine Ausnahme bildet allein die Gattung *Eupomatia.* Schon Baillon erwähnt in seinen »Recherches organogéniques sur les *Eupomatia*« in Adansonia IX. p. 23 über *Eupomatia Bennettii*: »Les faisceaux libériens n'ont pas ici cette forme de lignes brisées à angles et à segments à peu près tous egaux et se touchants entre elles par les sommets de ces angles, forme si prononcé dans les Anonacées. Sur une coupe transversale d'un jeune rameau frais de l'*Eupomatia Bennettii* on aperçoit un parenchyme cortical à cellules nombreuses, inégales, peu serrées les unes contre les autres, et contenant ou de la chlorophylle en masses ou ça et là un liquide rose transparent. Les faisceaux libériens nombreux, inégaux entre eux, ont sur cette coupe l'apparence de croissants d'un blanc mat, et se montrent totalement indépendants les uns des autres«. Dasselbe kann auch Ver-

fasser betreffs *Eupomatia laurina* bestätigen. Es fehlt völlig die oben beschriebene concentrische Schichtung. Es finden sich nur unregelmäßige, große Haufen von Bastzellen, welche die Markstrahlen zwischen sich hindurchlassen, aber keineswegs regelmäßig tangential angeordnet sind wie bei den übrigen Anonaceen.

γ) Dadurch dass, wie unten erwähnt werden wird, die Markstrahlen sich nach außen hin erweitern, nimmt der Phloëmteil häufig keilförmige Gestalt an, ähnlich wie bei den Tiliaceen und Malvaceen, indem einerseits die Phloëmpartien sich nach außen verschmälern, die Markstrahlen andererseits sich nach außen erweitern (Fig. 3 *C*). Sehr gut zu beobachten ist dies bei *Polyceratocarpus Scheffleri*, *Hexalobus grandiflorus*, *Artabotrys Thomsonii* und *Guatteria australis*.

Zu besprechen wären hier ferner die mechanischen Elemente des secundären Holzes, das Libriform. Dieselben sind sowohl auf dem Querschnitt wie auf dem Längsschnitt Ersatzfasern sehr ähnlich, derart, dass man auf den ersten Blick meint, man habe es mit parenchymatischen Elementen zu thun. Sie sind besonders im Frühlingsholz weitlichtig und dünnwandig, erst im Herbstholz werden sie dickwandiger und das Lumen enger, derart, dass sie beiden Zwecken, sowohl der Festigung als auch der Wasserleitung in fast gleichmäßig verteiltem Maße zu dienen scheinen. Darauf weisen auch die spaltenförmigen, meist mit kleinem Hofe versehenen Tüpfelcanäle hin. In dem Abschnitte über das Leitungssystem wird Verfasser hierauf noch einmal zu sprechen kommen.

Dagegen müssen die in physiologischer Hinsicht mehr localmechanischen Zwecken dienenden sklerenchymatischen Elemente noch des näheren besprochen werden. Innerhalb des sonst zartwandigen Periderms kommen die sklerotischen Zellen nur vereinzelt vor, zerstreut oder in einfachen Reihen, gut zu beobachten u. a. bei *Uvaria gigantea* und *Guatteria villosissima*. Dagegen finden sich häufig ganze Nester von Sklerenchymzellen, meist regellos verstreut, in durchfallendem Lichte heller erscheinend, mit vielschichtiger, stark verdickter Membran in der secundären Rinde neben den typischen Bastzellen, häufig die Markstrahlen begleitend, wie Spencer Moore dies schon von *Stormia brasiliensis* erwähnt: »The medullary rays, one, two or three cells thick in the xylem, become widened on passing into the phloëm and are here sometimes strengthened by single or aggregated sclerotic parenchym elements«. Sklerenchymzellen finden sich fast bei allen untersuchten Arten. Eine regelmäßige Anordnung nehmen sie nach den Untersuchungen Moeller's ausnahmsweise ein bei *Guatteria villosissima* St. Hil. Moeller schreibt darüber: »Die *Guatteria*-Rinde besitzt ein ausgezeichnetes Merkmal in der sonst bei keiner Rinde beobachteten Zusammensetzung der Sklerenchymplatten aus sklerotischen Krystallzellconglomeraten an der Außenseite und Bastfasersträngen an der Innenseite«. Es ist dies keineswegs für die ganze Gattung *Guatteria* gültig. *Guatteria australis*

zeigt z. B. diese Anordnung nicht. Es scheint somit also nur ein Artmerkmal von *Guatteria villosissima* vorzuliegen. Des näheren führt MOELLER hierüber aus: »Jede Sklerenchymgruppe besteht in ihrer äußeren Hälfte aus kleinen, meist isodiametrischen Steinzellen (0,04 mm), die fast ausnahmslos ein Rhomboëder einschließen und in der inneren Hälfte aus Bastfasern, welche dicht verbunden, spulenrund, dünn (0,15 mm), vollkommen verdickt, höchstens 1 mm lang und spitzendig sind«.

Steinzellen finden sich außerdem in großen Mengen im Mark der Anonaceen. Schon SP. MOORE erwähnt sie bei den von ihm untersuchten Arten *Ephedranthus parviflorus*, *Guatteria silvicola* und *Stormia brasiliensis*, desgleichen BAILLON für *Anona muricata*, *Artabotrys intermedia* und *Xylopia aethiopica*[1]). Nach des Verfassers eigenen Untersuchungen findet sich das Vorkommen von Steinzellen im Mark mit wenigen Ausnahmen, bei allen Anonaceengattungen. Ebenso ist auch die Anordnung in Diaphragmen, also die Fächerung des Marks, im allgemeinen die Regel. Besonders schön ist die Fächerung zu beobachten bei *Melodorum fulgens*, *Goniothalamus Gardneri* (Fig. 3*B*), *Guatteria australis*, *Hexalobus grandiflorus*, *Popowia foliosa*, *Stenanthera gabonensis* u. a. Regellos gelagert dagegen, zu großen Massen vereint und fest in einander gefügt finden sich die Steinzellen im Mark von *Meiocarpidium lepidotum*, *Uvariopsis Zenkeri* und *Rollinia emarginata*. Die Steinzellen im Mark fehlen, wie dies schon BAILLON angiebt[2]), völlig bei der Gattung *Eupomatia*. Verfasser kann das nur bestätigen und noch hinzufügen *Uvaria* (*Asimina*) *pygmaea* und die Gattung *Monodora*. Bei der Gattung *Isolona* waren Steinzellen im Mark vorhanden. Das Fehlen der Steinzellen im Mark ist bei den Anonaceen etwas derart Auffallendes, dass die betreffenden Gattungen hierdurch in ganz hervorragender Weise gut charakterisiert werden.

b. Anordnung der mechanischen Elemente im Blatt.

Bei sämtlichen untersuchten Arten sind die Gefäße im Blatt von schützenden Bastgurtungen umgeben, besonders stark natürlich sind die kreisförmigen Bastbeläge des Mittelnerven. Diese Bastschutzscheiden sind nun verschiedener Art. Sie sind entweder

α) einfache innere Träger, d. h. sie liegen nur im Mesophyll und sind von der Epidermis durch Assimilationsgewebe getrennt. Sie sind in diesem Falle meist stark, oft dachig gebaut, im allgemeinen die häufigste Form. Sie finden sich, obwohl hier und da mit Ausnahmen, bei den Gattungen bezw. Arten: *Pachypodanth. confine*, *Guatter. villosissima*, *Cleistopholis*, *Anonidium*, *Anaxagoraea*, *Unona*, *Mezettia*, *Heteropetalum*, *Mitrephora*, *Enantia*, *Melodorum*, *Oxymitra*, *Rollinia* und *Eupomatia*.

1) Histoire des plantes I. p. 265.

2) Adansonia IX. l. c.

β) Die Bastgurtungen durchbrechen das Palissadengewebe, reichen jedoch nicht bis an die Epidermis heran. Diese Form zeigen von den untersuchten Arten die Blätter der Section *Uvariodendron*, von *Pachypodanthium Staudtii*, *Meiocarpidium*, *Guatteria*, *Cananga*, *Polyalthia*, *Popowia*, *Alphonsea*, *Bocagea*, *Goniothalamus*, *Artabotrys* und *Monodora*.

γ) Die beste Aussteifungs- und Schutzvorrichtung zeigen die mit subepidermalen Trägern versehenen Blätter. Hier gehen die mestomgefüllten Bastbeläge bis dicht an die Epidermis heran, bisweilen recht schmal, nur 2—3 Bastzellen neben einander liegend, häufiger von großer Mächtigkeit, bis 6—8 Zellreihen breit und hoch, erzielen also neben dem Schutz der Leitbündel eine große Festigkeit des Blattes selbst. Hierher gehören die Gattungen *Sageraea*, *Uvaria*, *Ellipeia*, *Miliusa*, *Mitrephora*, *Hexalobus*, *Xylopia*, *Polyceratocarpus*, *Anona* und *Isolona*.

Wie auch sonst innerhalb der Familie der Anonaceen, so bieten auch hier die Bastbeläge nicht nur keinen Anhalt zu scharfer Umgrenzung, sondern zeigen eher Abweichungen innerhalb sonst gut charakterisierter Gruppen. Man könnte infolgedessen glauben, dass hier nur Epharmoseerscheinungen vorlägen, wenn nicht an jungen, im hiesigen Kolonialpflanzenhaus aus Samen gezogenen Keimpflänzchen die gleiche Structur gefunden worden wäre, und wenn nicht Pflanzen der verschiedensten Regionen innerhalb derselben Gattung den gleichen Bau aufweisen würden. Es muss deshalb genügen, die Bastbeläge als gutes Gattungs-, bezw. Artmerkmal verwenden zu können.

Eine fernere vortreffliche Festigkeitseinrichtung besitzen Blätter einiger Gattungen darin, dass sich Sklerenchymelemente in hervorragender Weise an der Festigung des Blattes beteiligen. Blenck ist der erste, der darauf in seiner Arbeit »Über die durchsichtigen Punkte in den Blättern«[1]) aufmerksam gemacht hat. Solereder hat die Angaben Blenck's direct übernommen und denselben nichts Neues hinzugefügt. Die wertvollen Angaben Blenck's[2]) fußen hauptsächlich auf den Untersuchungen amerikanischen Herbarmaterials. Es können deshalb, nachdem nunmehr von Seiten des Verfassers die Untersuchungen afrikanischer, asiatischer und amerikanischer Anonaceen vorliegen, die beiderseitigen Ergebnisse zusammengefasst werden. Blenck hat in den von ihm untersuchten Arten zwei verschiedene Formen von Sklerenchymfasern gefunden, parallel zur Blattfläche verlaufende Sklerenchymfasern und senkrecht das Blatt durchsetzende, feine, durchsichtige Punkte hervorrufende Spicularzellen. Mögen zuerst die Sklerenchymfasern betrachtet werden. Dieselben verlaufen, dicht in einander verflochten, parallel der Blattfläche, meist dicht unter der oberen Epidermis, zwischen dieser und dem Palissadenparenchym, seltener innerhalb des Mesophylls.

1) Flora, 67. Jahrg., 1884, Nr. 4, p. 57.

2) l. c. p. 97—99.

Auch hier sind, übereinstimmend nach des Verfassers und Blenck's Untersuchungen, vornehmlich wieder die *Uvariinae* durch das Vorkommen der Sklerenchymfasern ausgezeichnet, während bei den anderen Gruppen nur verschwindend wenige Arten diese Schutzvorrichtung erhalten haben. Auch innerhalb der *Uvariinae* sind nicht alle Gattungen und innerhalb dieser Gattungen keineswegs alle Arten durch das Vorkommen dieser Zellformen charakterisiert. Die Arten, bei denen Blenck Sklerenchymfasern gefunden hat, finden sich mit einem diesbezüglichen Vermerk in dem Verzeichnis der von ihm untersuchten Arten[1]. Verfasser hat außerdem noch bei folgenden Arten den gleichen Befund gemacht:

Sageraea elliptica,
Uvaria Dinklagei, *caffra*, *angolensis*, *Afzelii*, *Kirkii*, *ceylanica*.
Asteranthe Asterias,
Guatteria australis, *villosissima*, *Sellowiana*,
Heteropetalum brasiliense,
Anona glauca, *Anona senegalensis*.

Die schon erwähnten Spicularzellen hat Blenck ebenfalls zuerst für die Anonaceen gefunden. Er erklärt dieselben als Sklerenchymzellen, welche wenig oder nicht verästelt sind, senkrecht durch das Palissadengewebe ziehen und häufig durch die ganze Dicke des Blattes reichen. Er erwähnt dieselben bei folgenden sechs Arten:

Uvaria concinna	*Duguetia leptocarpa*
Guatteria blepharophylla	*D. uniflora*
G. veneficiosum	*Anona sessiliflora.*

Verfasser selbst hat außer bei *Heteropetalum brasiliense* unter den von ihm untersuchten Arten Spicularzellen nirgends gefunden. Dieselben sind somit innerhalb der Anonaceen verschwindend wenig vertreten, hauptsächlich wiederum bei den *Uvariinae*, die schon des öfteren, wie erinnerlich, in dieser Beziehung eine Ausnahmestellung einnahmen. Bei *Heteropetalum brasiliense* ist, wie Fig. 4 zeigt, die Verästelung der Sklerenchymzellen eine sehr auffallende und das sich darbietende Bild ein sehr interessantes. Unterhalb der beiderseitigen Epidermis verläuft je eine ununterbrochene Reihe von Sklerenchymfasern, welche in das auf der Ober- und Unterseite des Blattes befindliche Palissadengewebe, in senkrechter Richtung, meist nur bis zur Höhe der Palissaden, selten diese überragend,

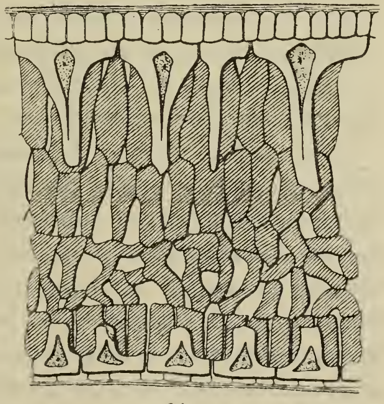


Fig. 4. *Heteropetalum brasiliense.* Blattquerschnitt mit Spicularzellen (Vergr. 240).

1) l. c. p. 97—99.

Ausläufer von ebensolchen sklerotisch veränderten Zellen entsendet, so eine vorzügliche Festigkeit des Blattes bewirkend.

Zellen mit sklerotisierter Membran wurden ferner beobachtet im Kelch- und Blumenblatt, im Pericarp und in der Samenschale. Die Steinzellen treten hier, ähnlich wie in der secundären Rinde, in Form von eng aneinander geschlossenen Haufen auf und bedingen die Festigkeit der äußerst starken Kelch- und Blumenblätter, sowie die steinähnliche Härte der Frucht- und Samenschalen. Näheres hierüber in Abschnitt 8.

3. Assimilationssystem.

Das grüne Gewebe der Anonaceenblätter ist stets differenziert in Palissaden- und Schwammparenchym, auch nehmen die Palissaden meist einen beträchtlichen Raum ein, nur vereinzelt sind sie sehr reduciert und wird das Mesophyll mächtiger, so bei *Eupomàtia laurina*, wo die Palissaden nur 46 μ hoch sind, und bei *Goniothalamus Gardneri*, wo sie die nur geringe Höhe von 39 μ erreichen. Die Form der Palissaden ist die gewöhnliche cylindrische, sie sind unten ebenso weit wie oben. Gewöhnlich sind nur ein oder zwei Palissadenreihen ausgebildet. Eine dritte Reihe findet sich nur selten, so bei *Goniothalamus Gardneri.* Bei einigen wenigen Arten geht dann gleichzeitig der sonst bifaciale Blattbau in einen subisolateralen über, indem auf der Blattunterseite eine Reihe sehr kurzer Palissaden ausgebildet ist. Gleichzeitig wird alsdann das Mesophyll sehr dicht, der Intercellularraum sehr minimal, während mit dem Rückgang des Palissadenparenchyms das transpiratorische Schwammparenchym lockerer und lacunöser wird. Die Angaben Areschoug's über den Einfluss des Klimas auf die anatomische Structur der Blattorgane hat Verfasser nur bestätigt gefunden. Es zeigen die Blätter derjenigen Anonaceen, die dem tropischen Urwald, der Region der Hydromegathermen, angehören, durchschnittlich geringe Palissaden und mächtiges lacunöses Schwammparenchym, sind somit verhältnismäßig kräftige Transpirationsorgane, während die Blätter derjenigen Anonaceen, die an das regenärmere Gebiet der Xerophyten grenzen, im extremsten Falle fast isolateralen Blattbau, starke Palissaden und weniges, dichtes Schwammparenchym mit sehr verminderten Lacunen aufweisen, zuweilen combiniert mit einer starken Cuticula und der Ausbildung eines Hypoderms. In dieser Form sind die Blätter dann äußerst schwache Transpirationsorgane und gegen Temperatureinflüsse wenig empfindlich. In ausgezeichneter Weise zeigt diese Combination *Pachypodanth. confine.* Einen Übergang zwischen beiden Formen zeigen u. a. ferner *Heteropetal. brasiliense*, *Cleistopholis albida*, *Anona senegalensis.*

Für einige wenige Anonaceen, speciell Arten der Gattungen *Anona* und *Rollinia* erwähnt Blenck[1]) das Vorkommen von Schleimzellen sowohl

---

1) l. c. p. 57.

im Palissaden- wie Schwammparenchym, der Form nach von kugeliger Gestalt, mit stark verdickter Membran und bis auf eine schmale Spalte verringertem Zelllumen. Auch hierin muss ein besonderer Schutz gegen starke Verdunstung erblickt werden, indem die quellenden Schleimzellen das Blatt wie mit einer Gelatineschicht schützend abschließen.

Armpalissadenparenchym ist nirgends ausgebildet. Desgleichen finden sich nirgends in den Zellen des Mesophylls Krystalleinlagerungen. Dagegen finden sich häufig gerbstoffhaltige, im trockenen Blatt daher braun gefärbte Mittelschichten, so bei *Popowia ferruginea*, *Mezettia parviflora* u. a. Die Beteiligung des jungen Stengels an der Assimilation kann nicht langanhaltend sein, da Korkbildung schon frühzeitig eintritt. Das assimilierende Gewebe der primären Rinde weist weitere Eigentümlichkeiten sonst nicht auf, palissadenartige Streckung der Rindenparenchymzellen in radialer Richtung konnte gut bei *Monodora myristica* beobachtet werden.

4. Leitungssystem.

Die stoffleitenden Elemente innerhalb der Rinde und des Holzes der Anonaceen bieten im großen und ganzen nicht viel Auffallendes. Auch die Arbeiten, die bereits hierüber existieren, so von Moeller und Molisch, Solereder und Gamble, sprechen stets von einem verwandten Bau der untersuchten Arten, und Gamble, der noch bisher die umfangreichste Untersuchung angestellt[1]), kommt ebenfalls zu dem Schlusse: »The structure of the different species of this family is so uniform, that no attempt has been made to give generic characters«. Verfasser kann dies nur bestätigen, wenn auch hier und da irgend ein besonderes Merkmal zu erwähnen sein wird. Wie schon in dem Abschnitt über die mechanischen Elemente gesagt worden ist, zeigt die Rinde stets tangentiale Bastzellenreihen. Die Elemente des von den Bastzellenreihen eingeschlossenen Leptoms sind kleinzellig und dünnwandig, die Siebröhren verlaufen in unregelmäßigen Strängen, die Siebplatten sind äußerst zartporig und dicht gereiht.

Die Gefäße liegen im secundären Holz in größeren oder kleineren Gruppen, fast stets von Holzparenchym umgeben, häufig zu wenigen oder mehreren radiale Reihen bildend. Ihr Durchmesser ist äußerst verschieden, durchschnittlich 0,05—0,075 mm. Doch finden sich in dem poröseren periaxialen Teil auch größere Weiten, so bei *Xylopia aethiopica* A. Rich. nach Moeller bis 0,15 mm, bei *Melodorum bancanum* Schimper nach Schenck[2]) sogar bis 0,23 mm. Die Perforation der Gefäße ist stets einfach, meist elliptisch, selten rund. Berühren sich die Gefäße oder grenzen die Gefäße an Markstrahlenparenchym, so finden sich kleine Hoftüpfel, 0,003—0,006 mm weit. Die Scheidewände sind meist horizontal, selten etwas ge-

1) Indian Timbers p. 8.

2) Anatomie der Lianen p. 59.

neigt. Diese einfache Perforation ist ein allgemeines Merkmal aller untersuchten Anonaceen, von dem Abweichungen nicht vorkommen. Eine ganz vereinzelte, sehr interessante Erscheinung, die deshalb hier nicht unerwähnt bleiben soll, erwähnt Molisch für die Gefäße von *Anona laevigata* Mart.[1]): »Neben den zarten Markstrahlen bemerkt man zahlreiche, schneeweiße, scharf begrenzte Punkte, die mit einer weißen Masse erfüllt sind. Einige der Tracheen bergen auf kleinere oder größere Strecken hin im Inneren eine bräunliche Masse, andere — und das ist der bei weitem größte Teil — führen in ihrem Lumen einen schneeweißen krystallinischen Körper. Der letztere erfüllt auf große Strecken als ein Continuum die Gefäßelemente. Der Inhaltskörper leuchtet unter dem Polarisationsmikroskope bei gekreuzten Nichols mit lebhaftem Farbenspiel auf. Er löst sich in Salzsäure oder Essigsäure unter lebhafter Gasblasenentwickelung total. Schwefelsäure bringt ihn unter gleichzeitiger Bildung von Gypsnadeln ebenfalls in Lösung, ein Vorgang, der im Mikroskop sehr leicht verfolgt werden kann. Wir haben hier ein sehr interessantes Vorkommen von $CaCO_3$ vor uns, das im ganzen Pflanzenreiche nach den bisherigen Untersuchungen vereinzelt dasteht«.

Betreffs des Holzparenchyms ist schon erwähnt worden, dass in der Regel die Gefäße des secundären Holzes von parenchymatischen Zellen umsäumt werden. Im übrigen bildet das Parenchym bei allen untersuchten Arten meist einreihige, tangentiale Züge, welche, die Markstrahlen kreuzend, eine charakteristische deutliche Felderung hervorrufen, und dem Querschnitt nach Moeller bei *Xylopia aethiopica* A. Rich. das Aussehen eines »Spitzengrundes« erteilen. Die Zellen sind porös, dünnwandig, 0,012—0,015 mm breit. Diese tangentiale Fächerung des Holzes durch parenchymatische Zellen wird schon von allen Autoren als gutes Charakteristicum erwähnt und schon Gamble bezeichnet dieselbe als ein ausgezeichnetes Familienmerkmal der Anonaceen: »Medullary rays, fine to moderately broad, joined by numerous fine transverse bars. These transverse bars furnish an excellent character for distinguishing the wood of Anonaceae from that of most other families«. In der That bildet diese Fächerung, die Verfasser bei sämtlichen Gattungen gefunden hat — nur äußerst selten wurden die tangentialen Binden an einzelnen Stellen unterbrochen, z. B. bei *Guatteria australis* — ein vorzügliches Familienmerkmal der Anonaceen, besonders wertvoll für die scharfe Abgrenzung gegen die verwandten Magnoliaceen und Myristicaceen, mit denen sie sonst auch in anatomischer Beziehung viel Gemeinsames haben.

Den größten Teil des secundären Holzes bildet das Libriform. Wie schon im mechanischen Teil erwähnt, scheint das Libriform in ziemlich gleichem Maße hier mechanischen und wasserleitenden Zwecken zu dienen. Die Wandung ist, zumal im Frühlingsholz, recht dünn, das Lumen recht

1) Sitzungsber. d. Kais. Acad. der Wissensch. zu Wien. Mathem.-naturwiss. Classe 80. 1, 1879, p. 79.

weit, und erst das Herbstholz wird dickwandiger und englichtiger. Andererseits wieder sind die spaltenförmigen Tüpfel sehr klein, der Hof desgleichen häufig sehr minimal und undeutlich. Es liegt hier demnach ein Fall vor, in welchem die physiologische Doppelfunction histologisch scharf zum Ausdruck kommt, und es ist nur fraglich, ob hier mechanische Elemente zu Leitungszwecken oder stoffleitende Elemente zu mechanischen Zwecken herangezogen worden sind und eine dementsprechende histologische Umgestaltung erfahren haben.

Soweit ersichtlich, weist allein die Gattung *Eupomatia* eine deutliche große Hoftüpfelung auf, somit ein gutes Merkmal der *Eupomatioideae* bildend. BAILLON ist der erste, der hiervon Erwähnung thut[1]), Verfasser kann für *Eupomatia laurina* den Befund ebenfalls bestätigen. BAILLON schreibt hierüber: »Les fibres ligneuses ont des trous arrondis ou elliptiques, et des aréoles profondes qui se correspondent exactement dans deux fibres voisines et forment des cavités biconvexes, quelquefois très-nettes«.

Die Markstrahlen, überall deutlich sichtbar, häufig schon mit freiem Auge zu erkennen, sind selten ein-, meist zwei- bis dreireihig, mit radial gestreckten, zartwandigen Zellen. Doch finden sich auch, und zwar durchaus nicht selten, häufig auch bei derselben Art vier bis fünf Zellreihen neben einander, so bei *Uvariopsis Zenkeri, Polyceratocarpus Scheffleri, Enantia Kummeriae* und *Uvaria gigantea.* Bei *Uvariopsis Zenkeri* erreichen dieselben die als größte beobachtete stattliche Breite von 0,125—0,15 mm. Beim Eintritt in die secundäre Rinde erweitern sich, wie schon im Abschnitt über die Anordnung der mechanischen Elemente berichtet wurde, die Markstrahlen trompetenförmig nach außen, während der Phloëmteil sich dementsprechend verschmälert. Schon GAMBLE und SPENCER MOORE haben das für die von ihnen untersuchten Arten erwähnt. In der That ist diese regelmäßig wiederkehrende Erscheinung ein gutes Familienmerkmal, das sich bei allen untersuchten Gattungen gefunden hat. Im übrigen bieten auch die Markstrahlen in ihrer regellosen Anordnung für die Systematik keine Anhaltspunkte. Nicht selten führen die Mark-, bezw. Rindenstrahlen besonders schön ausgebildete Krystalle mit sich. Darüber soll unter dem betreffenden Abschnitt berichtet werden.

Das Mark selbst nimmt im allgemeinen einen verhältnismäßig kleinen Raum ein. »There is a relatively reduced pith«, sagt schon SPENCER MOORE. Das trifft fast für alle Gattungen zu. Das Verhältnis zwischen Holzteil und Mark ist meist $2^1/_2$—3 : 1. Nur bei einigen wenigen Arten nimmt das Mark einen größeren Raum ein. Zu erwähnen wäre hier zunächst wiederum *Eupomatia laurina*, wo sich Mark zum Xylem wie $1^1/_2$: 1 verhält, und *Meiocarpidum lepidotum*, wo das Verhältnis fast genau 1 : 1 ist. Diese beiden Gattungen werden dadurch ausgezeichnet charakterisiert. Über

1) Adansonia IX. l. c. p. 27.

das regelmäßige Vorkommen von Steinzellen in Form von Diaphragmen wurde bereits berichtet, häufig finden sich, wie weiter unten des näheren besprochen werden wird, im Mark zahlreiche Ölzellen. Der Querschnitt der Markpartie ist fast kreisrund, die Abgrenzung gegen das Holz ist scharf, die Zellen sind polygonal und zartwandig.

Anormale Stammstructur, die GRIFFITH[1]) für eine fragliche *Melodorum*-Art angegeben hat, ist nirgends, auch nicht bei anderen *Melodorum*-Arten vorhanden, obwohl die Familie reich an Lianen ist. Schon SCHENCK hat für *Melodorum bancanum* Schimper den normalen Bau nachgewiesen. Verfasser kann dies für *Melodorum fulgens, M. manubriatum* und *lanuginosum* vollauf bestätigen. Im Gegenteil zeigte gerade das Holz der erwähnten Arten in jeder Weise besonders schön die mehrfach erwähnten typischen Familienmerkmale. Als Anormalität wäre höchstens zu erwähnen, dass sich bei zweien der untersuchten Hölzer, bei *Polyceratocarpus Scheffleri* und *Hexalobus grandiflorus*, das Mark, schon dem bloßen Auge erkennbar, an einer Stelle in breitem Strome in die Rinde ergießt, das Xylem völlig verdrängend. Bei *Hexalobus grandiflorus* fallen in diesem Markstrom die besonders zahlreichen Sklerenchymzellen hauptsächlich noch in die Augen.

5. Durchlüftungssystem.

Die Luftcanäle verlaufen stets den Palissaden parallel, Gürtelcanäle kommen nirgends vor. Im Schwammparenchym ist die Ausbildung der Intercellularen von dem Bau der assimilierenden Zellen abhängig. Sie nehmen, wie schon in dem Abschnitt über das Assimilationssystem erwähnt, besonders bei den xerophilen Arten einen sehr geringen Raum ein.

Die Spaltöffnungen befinden sich bei allen untersuchten Arten nur auf der Blattunterseite. Sie liegen meist im Niveau der Epidermis, äußerst selten wird eine minimale Einsenkung schwach angedeutet. Vorhof und Hinterhof bieten nichts Auffallendes. Eine äußere Atemhöhle fehlt stets, die innere ist meist nicht sehr bedeutend. Die Centralspalte zeigt auf dem Flächenschnitt stets die schmal elliptische Form, von der sich mehr zur Rundung neigende Abweichungen äußerst spärlich finden, so bei *Uvaria Afzelii*. Die Atemhöhle ist überall nur von assimilierenden Zellen umgeben. Nirgends finden sich sklerenchymatisch veränderte Schutzzellen oder Interstitiengewebe, wie es VOLKENS für Wüstenpflanzen beschrieben. Die Spaltöffnungen sind mit verschwindend wenigen Ausnahmen in äußerst großer Menge über die Blattunterfläche zerstreut. Sie sind meist von mittlerer Größe, auffallend klein sind sie von den untersuchten Arten der Gattungen *Anona* und *Rollinia* — 23 μ bei *Anona squamosa* — auffallend groß bei *Heteropetalum brasiliense* Benth. und *Goniothalamus Gardneri* (0,06 mm).

1) BAILLON, Histoire des Plantes I. p. 264, 3.

Niemals sind sie in bestimmten Längslinien angeordnet. Ein sehr gutes Familienmerkmal bieten die Spaltöffnungen der Anonaceen jedoch dadurch, dass sie stets von Nebenzellen begleitet sind, die zur Centralspalte parallel liegen. Schon VESQUE[1]) erwähnt: »Les stomates sont toujours accompagnés de deux cellules latérales«. In der That finden sich diese parallelen Nebenzellen überall, bei allen untersuchten Arten in gleicher Weise, wie dies auch für die verwandten Magnoliaceen und Myristicaceen bereits nachgewiesen worden ist.

6. Excretbehälter.

Unter dieser Rubrik wären bei den Anonaceen die beiderseits sehr zahlreich auftretenden Ölbehälter und Krystallbehälter zu besprechen. Was zunächst die Ölbehälter angeht, so hat BLENCK dieselben bei sämtlichen von ihm untersuchten Arten gefunden, desgleichen Verfasser bei den seinigen. Das Vorkommen derselben ist somit ein constanter anatomischer Charakter der Anonaceen. Die Ölzellen sind in den meisten Fällen von kugeliger, selten elliptischer Gestalt (Fig. 1 *D*), finden sich entweder im Schwamm- und Palissadengewebe oder ebenso häufig nur im Schwammparenchym — letzteres speciell bei der Gattung *Uvaria* — bei der Gattung *Guatteria* meist an der Grenze vom Schwamm- und Palissadenparenchym. Besonders dicht in zwei Reihen über einander innerhalb des Schwammparenchyms finden sich die Ölzellen bei *Stenanthera gabonensis*. Die Farbe des Secrets ist gelb bis blass rötlich, die Größe der Zellen beträgt im Durchschnitt 0,02—0,03 mm, bei *Polyceratocarpus Scheffleri* erreichen sie die schöne Größe von 0,066 mm. Bei *Xylopia tenuifolia* zeigen die Secretzellen das auffallende Bild von deutlich sichtbarer concentrischer Schichtung der Wandung, und liegt hier wahrscheinlich eine Verkorkung der Wandlamelle vor.

Ölzellen finden sich jedoch auch zu großen Mengen im Mark, in der secundären Rinde, im Kelchblatt und Blumenblatt, im Pericarp und Samen, sowie in der Wurzel. Neben den Ölzellen finden sich dann häufig noch etwas lang gestreckte Zellen mit braunem oder rotem gerbstoffhaltigem Inhalte.

Ein weiteres constantes Charakteristicum der Familie bildet das Vorkommen von Krystallen in der Epidermis. Es existiert über die krystallinischen Ablagerungen in der Epidermis der Blätter der Anonaceen bereits eine umfangreiche, leider russische Arbeit von BORODIN, über welche nur ein kurzes Referat von ROTHERT[2]) vorliegt. BORODIN hat dort bereits versucht, auf Grund der Verschiedenheit des Vorkommens der Krystalle eine Einteilung zu geben. Die vom Verfasser untersuchten Arten bringen wenig Neues. Krystalle von Kalkoxalat sind in der Epidermis der Anona-

1) Les tissus végétaux appliqués à la classification p. 35.

2) Botan. Centralblatt 50, 1892, p. 51.

ceenblätter allgemein verbreitet, und zwar kommen hier nur zwei Formen in Betracht, die Drusenform und der klinorhombische Einzelkrystall. Borodin hat besonderes Gewicht auf den Umstand gelegt, ob Krystalle in allen Zellen oder nur in vereinzelten Zellen vorkommen. Verfasser möchte eine Trennung dieser beiden Typen nicht befürworten. Es finden sich innerhalb derselben Gattung ebenso häufig Krystalle in allen Zellen und ebenso häufig nur vereinzelt, dass man auf diesen Umstand kein all zu großes Gewicht zu legen braucht. Außerdem sind die Angaben Borodin's keineswegs so allgemein richtig, wie er sie angeführt hat. Erwähnt seien hier nur die Gattungen *Bocagea* und *Rollinia*. Borodin führt sie als Beispiele an für Haupttypus I: Die Epidermiszellen enthalten je eine Krystalldruse. Nach des Verfassers Untersuchungen fehlen aber beispielsweise die Krystalle bei *Rollia emarginata* und *R. incurva* vollständig, und *R. resinosa* führt zwar Drusen, aber nicht in allen Zellen, und bei *Bocagea* finden sich neben den Drusen auch rhomboedrische Einzelkrystalle. Die Angaben Borodin's sind deshalb nur mit Vorsicht zu behandeln und nicht überall stichhaltig. Hingegen ist das Vorkommen von Drusen einerseits, Rhomboedern andererseits ein gutes Erkennungsmerkmal für die Zugehörigkeit zu einer Gattung, und sind die Gattungen *Ephedranthus*, *Alphonsea* und *Mitrephora* noch besonders dadurch gut charakterisiert, dass rhomboedrische Einzelkrystalle bei ihnen zum größten Teile genau über den Nerven gruppiert sind, während die übrige Epidermis solche nur vereinzelt aufweist (cf. Fig. 1 *A—C*). Bei *Bocagea* zeigen die krystallführenden Zellen eine auffallend kreisrunde, von den Nachbarzellen abweichende Form.

Die Krystalle finden sich sowohl in der oberen wie in der unteren Epidermis, zuweilen in beiderseits gleicher Größe und Menge, häufiger jedoch sind sie in der Epidermis der Blattoberseite bedeutend größer, zuweilen fehlen sie unten ganz. Es soll im folgenden ein kurzer Überblick über das Vorkommen der Krystalle in den Blättern der Anonaceen gegeben werden. Gemeint sind stets die oberen Epidermiszellen.

a. Die Epidermiszellen, häufig alle, häufig auch nur einzelne, enthalten je eine Krystalldruse, die zuweilen die Zelle fast ausfüllt (Fig. 1 *A*). Hierher die Gattungen: *Uvaria*, *Asteranthe*, *Meiocarpidium*, *Pachypodanthium*, *Cleistopholis*, *Duguetia*, *Anonidium*, *Anaxogoraea*, *Unona*, *Polyalthia*, *Popowia*, *Heteropetalum*, *Goniothalamus*, *Hexalobus*, *Xylopia*, *Artabotrys*, *Anona*, *Rollinia*, *Eupomatia* und *Monodora*. Wie ersichtlich, ist dies der am meisten verbreitete Typus. Eine Ausnahme bilden *Popowia elegans*, bei der sich oben Drusen, in der unteren Epidermis Rhomboeder vorfinden, *Xylopia africana*, welche oben und unten vereinzelt Rhomboeder aufweist, und *Monodora Preussii*, bei der Drusen und Rhomboeder vorkommen.

aa. Eine Übergangsform zu b bilden die folgenden Gattungen, welche sowohl Drusen wie klinorhombische Einzelkrystalle führen: *Elli-*

peia, *Guatteria* und *Bocagea*. Von diesen bei *Bocagea* die krystallführenden Zellen von abweichender, fast kreisrunder Form.

b. Die Epidermiszellen, hier meist alle, enthalten je einen klinorhombischen Einzelkrystall. Hierher: *Sageraea* (nicht in allen Zellen), *Uvariopsis*, *Miliusa*, *Enantia*, *Melodorum* (Fig. 1 *B*).

bb. Die Rhomboeder liegen vornehmlich in den den Nerven benachbarten Epidermiszellen, während sie sich in den übrigen Epidermiszellen nur vereinzelt vorfinden: *Ephedranthus*, *Alphonsea* und *Mitrephora* (Fig. 1 *C*).

c. Krystalle wurden nicht beobachtet bei den Gattungen *Cananga*, *Mezettia*, *Polyceratocarpus*, *Stenanthera*, *Oxymitra* und *Isolona*.

Die Krystalle in der Epidermis können somit als ein Charakter der Familie angesehen werden. Die einzelnen Typen der Krystallablagerung stehen nach dem Gesagten zu den Gattungen in deutlicher Beziehung, ein Zusammenhang mit der Einteilung der Familie in Untergruppen lässt sich jedoch nicht constatieren.

Besonders schöne Krystalle finden sich ferner bei einzelnen Anonaceen in der secundären Rinde und in den Rindenstrahlen. Von systematischem Wert ist das Vorkommen hier jedoch ebenfalls nicht, denn es finden sich z. B. bei *Uvaria gigantea* in den Rindenstrahlen schöne große Rhomboeder, während im Blatt Drusen vorkommen. Schöne, rhombische Einzelkrystalle zeigt ferner die Rinde von *Uvariopsis Zenkeri*, prächtige, große Drusen *Hexalobus grandiflorus*. Sehr schön ausgebildete Drusen fanden sich ferner in den Antheren von *Monodora myristica*, *Piptostigma pilosum* und *Artabotrys aurantiacus*.

7. Pollenkörner.

Gemeinsam mit Herrn Dr. Ruhland untersuchte ich ferner die Anonaceen auf ihre Pollenbeschaffenheit, um zu sehen, ob sich daraus Anhaltspunkte für die systematische Gruppierung und Begrenzung der Gattungen ergeben. Die reifen Antheren wurden aufgekocht, auf dem Objectträger in einem Tropfen Wasser zerquetscht und in Chloralhydratlösung 5 : 2 beobachtet. Die Körner quollen in Chloralhydratlösung sehr schön auf und wurden fast durchsichtig, auf Glycerinzusatz nahmen sie ihre ursprüngliche Form wieder an. Messungen wurden deshalb an Glycerinpräparaten angestellt.

Der Befund ist auch hier nicht von großer Bedeutung, der einfache runde Pollen mit gekörnter Exine ist die am häufigsten vorkommende Form. Die Größe schwankt zwischen 0,03 mm bei *Miliusa Roxburghiana* bis 0,15 mm bei *Anona muricata*. Die Sculptur der Exine ist glatt bis feingekörnt, so durchgängig bei den *Uvarieae* mit Ausnahme von *Bocagea*. *Bocagea* zeigt bereits deutliche Warzenbildung, die bei den *Miliuseae* und

Xylopieae vorherrschend ist. Bei *Anona muricata* zeigen sich noch besondere, die einzelnen Warzen mit einander verbindende Leisten. Gut ausgebildete, im reifen Zustande noch zusammenhängende Pollentetraden zeigen sehr gut *Pachypodanthium*, *Hexalobus* und *Monodora*. Die Exine ist auch hier nur leicht gekörnt, fast glatt.

Soweit Blütenmaterial vorhanden war, bezw. untersucht worden ist, soll hier der Befund für die einzelnen Gattungen in kurzer Zusammenstellung aufgeführt werden.

Griffithia: Runde Einzelpollenkörner, häufig noch zusammenklebend. Exine zart geadert.
Uvaria: Runde Einzelpollenkörner, selten Häufchen, Exine mit fein papillöser Sculptur.
Pachypodanthium: Pollentetraden.
Guatteria: Runde Einzelpollenkörner. Exine sehr schwach gekörnelt.
Ephedranthus: Runde Einzelpollenkörner. Exine glatt.
Anonidium: Einzelpollenkörner von eiförmig-elliptischem Aussehen. Exine schwach gekörnelt.
Disepalum: Pollen in Häufchen zu 6—7 zusammen, selten einzeln. Membran deutlich papillös.
Polyalthia: Pollenkörner in leicht zerfallenden Tetraden neben runden Einzelpollenkörnern. Exine schwach gekörnelt.
Popowia: Runde und elliptische Einzelpollen mit feiner Aderung.
Cyathostemma: Einzelkörner, in großen Haufen zusammenliegend. Exine ziemlich glatt.
Bocagea: Kreisrunde Einzelpollenkörner mittlerer Größe mit warziger Exine.
Miliusa: Kreisrunde, sehr kleine Einzelkörner mit deutlichen Warzen.
Piptostigma: Runde Einzelpollenkörner. Exine gestreift.
Phacanthus: Kreisrunde Pollenkörner mit glatter Exine.
Orophea: Einzelpollenkörner. Exine mit feingekörnter Sculptur.
Mitrephora: Kreisrunde Pollenkörner, in jungen Stadien noch in Tetraden zusammenhängend. Exine mit vielfach verschlungener Aderung.
Hexalobus: Ausgesprochene Pollentetraden. Exine gekörnelt.
Xylopia: Einzelpollenkörner. Exine mit feinwarziger Sculptur.
Artabotrys: Runde Einzelpollenkörner. Exine äußerst schwach gekörnelt.
Oxymitra: Tetraden, Häufchen und Einzelkörner mit warzig-papillöser Sculptur der Exine.
Anona: Auffallend große (bis 0,15 mm), bisweilen zu 3—6 zusammenhaftende Einzelkörner mit warzig-papillöser Sculptur der Exine. Bei *Anona muricata* Papillen durch sehr flache, netzige Querleisten verbunden.
Monodora: Pollentetraden mit feinwarziger Sculptur der Exine.

8. Frucht und Samen.

Die Frucht der Anonaceen ist eine Beerenfrucht, nur bei *Anaxagoraea* eine Balgfrucht. Die Beeren sind entweder einsamig, meist jedoch mehrsamig und in diesem Falle zwischen den einzelnen Samen eingeschnürt. Bei *Duguetia*, *Anona*, *Rollinia* und *Monodora* verschmelzen die einzelnen Fruchtknoten zu einer gemeinsamen fleischigen Masse mit harter bis holziger Außenschicht, die Samen im Fruchtfleisch eingebettet. Bei *Eupomatia* ist die Frucht eine mehrsamige Beere in der fleischigen Blütenachse.

Das Pericarp ist in anatomischer Hinsicht wenig differenziert, bisweilen völlig zum Sklerocarp geworden. Das Exocarp bezw. die Epidermis der Fruchtwandung, häufig 2—3 Zellschichten hoch, zeigt auf dem Flächenschnitt die gebuchteten Zellwandungen und Spaltöffnungen, die der Blattepidermis eigentümlich sind. Ein Endocarp lässt sich meist nicht nachweisen. Das Mesocarp bietet im anatomischen Bau, wie gesagt, nichts Auffälliges oder gar für die Systematik zu Verwendendes. Entsprechend der schon äußerlich erkennbaren mehr oder minder derben Consistenz der Fruchtschale finden sich größere oder kleinere Nester von Sklerenchymzellen in dem gleichförmigen, nur von zahlreichen Ölzellen durchsetzten Parenchymgewebe, das häufig auch schöne Drusen oder Einzelkrystalle führt. Im völlig holzigen, steinharten Pericarp ist demnach die große Mehrzahl der Zellen sklerotisch verändert.

Die Samenschale zeigt ein ähnliches Bild, nur dass hier die Steinzellen nach außen häufig palissadenartige Streckung annehmen. Im Samen selbst finden sich daneben große, völlig zusammenhängende Mengen der gewöhnlichen isodiametrischen Steinzellen. Die Samenschale dringt häufig in den Samen selbst hinein, entweder nur in kleineren stachlichen Ausläufern, oder völlig regelmäßig in parallelen Ausläufern den Samen bis zur Mitte zerklüftend. Das so zerklüftete Nährgewebe ist meist stärkefrei, enthält hingegen viel Aleuron und Ölzellen.

Bei einigen wenigen *Xylopia*-Arten wurde Arillarbildung beobachtet und untersucht. So zeigt *Xylopia Dinklagei* einen die Samenschale ganz bedeckenden Mantelarillus, der eine Zellreihe hoch ist und aus kleinen, dünnwandigen, parenchymatischen Zellen besteht. Bei *Xylopia africana* und *X. humilis* bedeckt ein ebenso gebauter, sammetweicher Arillus nur ungefähr ein Viertel des Samens, trägt aber außerdem eine zur Samenschale senkrecht aufsitzende, bis zum Grunde völlig zerschlitzte, aus einzelnen dünnen, zottenähnlichen Gebilden bestehende Bekleidung, die bei *Xylopia africana* rötliche, bei *X. humilis* gelbliche Färbung zeigt. Die einzelnen Zotten bestehen anatomisch jede aus einem Bündel eng an einander gefügter, schlauchförmig gestreckter Zellen.

B. Verwendung der anatomischen Ergebnisse für die Systematik.

Wie aus dem ersten Abschnitt dieser Abhandlung ersichtlich, bieten die anatomischen Ergebnisse für die Systematik keine recht brauchbaren Merkmale. Die Anatomie des Blattes sowohl wie die des Holzkörpers zeigt im großen und ganzen ein derartig gleichförmiges Bild, dass die Aufstellung einer anatomischen Bestimmungstabelle am besten unterbleibt, da es un-

möglich ist, alle Gattungen in derselben unterzubringen, ohne unsichere Merkmale zu Hilfe zu nehmen.

Andererseits jedoch soll damit nicht gesagt sein, dass die anatomischen Ergebnisse überhaupt vernachlässigt werden könnten oder überflüssig seien. Im Gegenteil, die Zugehörigkeit zur Familie ist sofort mit Sicherheit zu ermitteln, und auch größere Gruppen innerhalb der Anonaceen werden anatomisch gut und scharf charakterisiert, zum größten Teil in Übereinstimmung mit der morphologischen Einteilung. Innerhalb der Gruppen jedoch ist die Übereinstimmung so groß, dass die weitere Bestimmung nach anatomischen Merkmalen mit den größten Schwierigkeiten zu kämpfen hat und fast unmöglich wird, zumal Milchsaftschläuche, Gerbstoffschläuche, Drüsen und compliciertere Haarformen überall fehlen, und auch das Vorhandensein der Krystalle nur vorsichtig benutzt werden darf.

Von den verwandten Magnoliaceen und Myristicaceen unterscheiden sich die Anonaceen durch folgende constante Familienmerkmale: Einfache Gefäßperforation, nur äußerst undeutliche Hoftüpfelung des Libriforms — Ausnahme: *Eupomatia* mit deutlicher Hofbildung —, Schichtung des Holzes durch tangentiale Binden aus Holzparenchym, maschige Anordnung der Bastzellen auf der Oberfläche der Innenrinde, tangentiale Schichtung von Bast- und Leptomzellreihen auf dem Querschnittsbild der secundären Rinde — Ausnahme: *Eupomatia* —.

Zum Teil gemeinsam mit den verwandten Familien zeigen die Anonaceen noch folgende stets wiederkehrende Merkmale: Großer Reichtum an Ölzellen in Blatt und Rinde, Mark und Frucht, Spaltöffnungen stets von zum Spalt parallelen Nebenzellen begleitet, Steinzellen (Diaphragmen) im Mark — Steinzellen fehlen bei *Uvaria pygmaea*, *Eupomatia*, *Monodora* — Krystallablagerungen in der Epidermis mit Ausnahme weniger Gattungen, Behaarung stets aus einfachen, einzelligen Trichomen oder aus Sternhaaren bestehend, Fehlen der Außendrüsen.

Es sollen zum Schluss kurz die einzelnen Gruppen nach der neuen Einteilung, wie sie Engler und Diels gegeben haben[1]), auf eventuelle anatomische Übereinstimmung oder Abweichungen hin besprochen werden.

Bei der Einteilung der Anonaceen in natürliche Verwandtschaftskreise haben Engler und Diels nunmehr nur noch drei Unterfamilien angenommen, *Uvarioideae*, *Eupomatioideae* und *Monodoroideae*. Die Abtrennung der beiden letzten Gruppen, obwohl dieselben nur je eine, bezw. zwei Gattungen enthalten, ist mit vollem Recht erfolgt. Sehr richtig sagen Engler und Diels in der Einleitung zu ihrer »Übersicht«: »Die auf Australien beschränkten, durch becherförmige Blütenaxe und Fehlen der Blütenhülle ausgezeichneten *Eupomatieae* und die auf das tropische Afrika beschränkten, durch synkarpes Gynäceum und parietale Placentation ausgezeichneten

1) cfr. Notizblatt d. Kgl. Bot. Gart. u. Mus. zu Berlin Nr. 23 (1900) p. 49.

Monodoreae stehen ganz zweifellos auf einer vom herrschenden Familientypus mehr abweichenden morphologischen Stufe als jede der übrigen Gruppen.« Anatomisch fallen speciell die *Eupomaticeae* derart aus dem Gesamtbilde heraus, dass sie durchaus eine Sonderstellung einnehmen. Morphologische und anatomische Abweichungen decken sich hier vollkommen, während die *Monodoreae*, die auf Grund der cyklischen Anordnung ihrer verwachsenen Carpelle von den letzten Monographen zum ersten Male völlig an das Ende der Familie gesetzt worden sind, anatomisch hierzu keineswegs berechtigen. Im Gegenteil zeigen sie fast überall dort eine anatomische Verwandtschaft mit den *Uvarioideae*, wo die *Eupomatioideae* von diesen abweichen, obwohl die letzteren allerdings mit den *Uvarioideae* die spiralige Anordnung der freien Carpelle gemeinsam haben. Doch darüber später. Zunächst zu den *Uvarioideae*.

Die *Uvarioideae* umfassen nach der neuen Einteilung sämtliche übrigen, neuerdings aufgestellten 66 Gattungen. Auch anatomisch stimmen diese in den allgemeinen Hauptcharakteren derart überein, dass gegen eine Zusammenfassung derselben zu einer Unterfamilie nichts angeführt werden kann. Morphologisch haben sie gemeinsam die spiralige Anordnung der freien Carpelle. Zur Charakterisierung der einzelnen Gruppen sind dann von Engler und Diels die Blütenhüllen herangezogen worden, deren Knospenlage und gegenseitiges Längenverhältnis mit Erfolg zur Einteilung benutzt werden konnte. So sind folgende Gruppen und Untergruppen entstanden:

Uvarioideae.

1. *Uvarieae.*
   1 a. *Uvariinae.*
   1 b. *Unoninae.*
2. *Miliusinae.*
   2 a. *Miliuseae.*
   2 b. *Mitrephorinae.*
3. *Hexalobeae.*
4. *Xylopieae.*
   4 a. *Xylopiinae.*
   4 b. *Melodorinae.*
   4 c. *Anoninae.*

Von diesen Untergruppen nehmen anatomisch allein eine Sonderstellung ein die den Anfang und Schluss bildenden *Uvariinae* und *Anoninae*. Nicht etwa, dass sie nicht ebenfalls die allen gemeinsamen Charaktere aufwiesen, sondern sie sind, jede in ihrer Weise, noch außerdem durch solche anatomische Merkmale charakterisiert, die die übrigen Gruppen nicht aufzuweisen haben. Zunächst die *Uvariinae*. Wie aus dem ersten Abschnitt erinnerlich sein wird, nehmen die *Uvariinae* in mehrfacher Hinsicht eine Ausnahmestellung ein, derart, dass man vom anatomischen Standpunkte aus versucht sein möchte, dieselben zu einer selbständigen Hauptgruppe

zu erheben. So weisen sie allein von sämtlichen Anonaceen in ihrer Haarformation bei den Gattungen *Uvaria*, *Meiocarpidium*, *Pachypodanthium*, *Ellipeia* und *Duguetia* Abweichungen auf, indem hier Büschel-, Stern- und Schildhaare auftreten, was sonst bei keiner der übrigen Gruppen der Fall ist. Das von Bachmann erwähnte Vorkommen der Schildhaare bei *Anona furfuraceae* St. Hil. ist wohl auf einen Irrtum zurückzuführen. Blenck hat ebenfalls *Anona furfuracea* untersucht und Schildhaare nicht gefunden, desgleichen auch Verfasser bei keiner der von ihm untersuchten Arten. Es ist deshalb die Untergruppe der *Uvariinae*, speciell die oben näher bezeichneten Gattungen, durch das Vorkommen dieser abweichenden Haarbildungen gut charakterisiert und daran leicht zu erkennen. Was speciell die Sectionen der Gattung *Uvaria* anbetrifft, — Engler und Diels haben deren sechs geschaffen — so fehlen die charakteristischen Büschel- und Sternhaare bei der Section *Uvariodendron*, sowie bei der jetzt zur selbständigen Gattung erhobenen ehemaligen Section *Asteranthe*. Hier sind sogar noch die einfachen Deckhaare vorhanden. Die übrigen Sectionen bieten weiter nichts Erwähnenswertes, außer dass die auch morphologisch zusammengehörenden Arten *U. leptoclada* und *U. scabrida* auch anatomisch als nahe Verwandte charakterisiert sind, indem bei diesen beiden Arten die hier aus zahlreichen Einzelhaaren bestehenden Büschelhaare nicht direct der Epidermis aufsitzen, sondern von einer stielartigen Emergenz getragen werden.

Des weiteren besitzen einige Arten der *Uvariinae* ein ausgegeichnetes Artmerkmal durch die außerdem nur noch bei *Heteropetalum brasiliense* und bei den *Anoninae* auftretenden der Blattfläche parallel laufenden Sklerenchymfasern, bezw. das Blatt senkrecht durchsetzenden Spicularzellen. Die einzelnen Arten der Gattungen *Sageraea*, *Uvaria*, *Guatteria* und *Duguetia* sind in dem betreffenden Teile des ersten Abschnitts namhaft gemacht.

Engler und Diels haben, wie bereits Baillon, die einzige extratropische, im atlantischen Nordamerika heimische *Asimina* zu *Uvaria* gezogen. Anatomisch unterscheidet sie sich zwar durch das Fehlen der Steinzellen im Mark und durch den spärlichen Bast in der secundären Rinde. Doch mag das auf die veränderten Lebensbedingungen zurückzuführen sein. Morphologisch stimmt sie ja mit *Uvaria* auffallend überein. Nur gutgeheißen werden kann, dass *Hexalobus Asterias* von *Hexalobus* losgetrennt und als neue Gattung *Asteranthe* zu den *Uvariinae* gestellt ist, zumal *Asteranthe Asterias* ebenfalls im Blatt die für viele *Uvariinae* charakteristischen Sklerenchymfasern aufweist, die bei *Hexalobus* sonst nirgends vorkommen[1]).

---

1) Die von Spencer Moore behauptete Identität zwischen *Asteranthe* (*Uvaria*) *Asterias* und *Uvaria Kirkii* ist jedoch nicht vorhanden. Beide sind in ihrem Blattbau anatomisch gut unterschieden. *Uvaria Kirkii* hat außerdem Büschelhaare, während *Asteranthe* Einzelhaare besitzt.

Die von Engler und Diels neu beschriebenen Gattungen *Meiocarpidium* und *Pachypodanthium* schließen sich durch ihre Behaarung an die *Uvariinae* unzweifelhaft an. Das Vorkommen der sonst nur noch bei *Duguetia* vorhandenen Schildhaare bei *Meiocarpidium*, das sternfilzige Integument sowie das Vorhandensein von Sklerenchymfasern im Blatt bei *Pachypodanthium* charakterisieren diese Gattungen als durchaus hierher gehörig. Ob *Ephedranthus* Sp. Moore hierher gehört, kann auch der Anatom nicht entscheiden. Durch das zahlreiche Auftreten der rhomboëdrischen Einzelkrystalle, speciell direct über den Nerven, zeigt diese Gattung anatomisch eher eine Ähnlichkeit mit den Gattungen *Alphonsea* und *Mitrephora*. Desgleichen sind die anatomischen Verhältnisse bei der Gattung *Cleistopholis* Pierre und der neu beschriebenen Gattung *Anonidium* E. und D. für die Systematik nicht zu verwenden. Dagegen möchte Verfasser dafür plädieren, die Gattung *Heteropetalum* bei den *Uvariinae* einzureihen. Sie gehört anatomisch in jeder Weise hierher und würde vielleicht mit ihren einfachen Einzelhaaren in die Nähe von *Guatteria* zu setzen sein, mit der sie ja auch morphologisch mit Ausnahme der Blütenhülle so völlig übereinstimmt.

Die übrigen Gruppen und Untergruppen bis zu den *Anoninae* bieten nun nicht nur morphologisch, sondern auch anatomisch ein recht einförmiges Bild. Auffallend bleibt nur, dass die früher von Prantl als *Miliuseae* zusammengefassten, nahe verwandten Gattungen *Alphonsea*, *Bocagea*, *Sageraea* und *Miliusa* sämtlich rhomboedrische Einzelkrystalle aufweisen, die sonst nur noch bei den Gattungen *Ephedranthus*, *Uvariopsis*, *Mitrephora*, *Enantia* und *Melodorum* angetroffen werden. Die Gattung *Artabotrys* zeichnet sich ferner aus durch ihren bei allen Arten auftretenden subisolateralen Blattbau, der in den übrigen Gattungen nur bei einigen Arten vereinzelt wieder zu finden ist.

Dagegen bieten, wie schon mehrfach erwähnt, die zu der Untergruppe der *Anoninae* zusammengezogenen Gattungen *Anona* und *Rollinia* viele gemeinsame, in dem übrigen gleichförmigen Gesamtbilde auffallende anatomische Merkmale. Die Charakteristica seien hier nochmals zusammengefasst: die auffallend kleinen Centralspalten des Spaltöffnungsapparates, die auffallend langen Endzellen der Einzelhaare, das Vorkommen von Schleimzellen, von Sklerenchymfasern und Spicularzellen, sowie das bei *Anona* fast regelmäßig auftretende Hypoderm.

Zum Schluss sind dann noch die *Eupomatioideae* und *Monodoroideae* zu besprechen. Zu den *Eupomatioideae* zählen Engler und Diels die einzige Gattung *Eupomatia*, zu den *Monodoroideae* die beiden Gattungen *Isolona* und *Monodora*. Von diesen drei Gattungen unterscheidet sich anatomisch die Gattung *Isolona* von der Mehrzahl der *Uvarioideae* überhaupt nicht, die Gattung *Monodora* nur durch das Fehlen der Steinzellen im Mark, während die Gattung *Eupomatia* anatomisch vollständig aus dem Gesamtbilde herausfällt. Auf jeden Fall stehen die *Monodoroideae* anatomisch

allen übrigen Gattungen viel näher als die völlig isoliert dastehende Gattung *Eupomatia*. Verfasser hält deshalb — unter Berücksichtigung der anatomischen Verhältnisse — die Einfügung von *Eupomatia* zwischen die *Uvarioideae* und *Monodoroideae* für nicht richtig. BENTHAM und HOOKER[1]) haben seinerzeit *Monodora* sogar zu den *Mitrephoreae* gezogen, PRANTL *Monodora* hinter *Anona* und *Rollinia* und vor *Eupomatia* gestellt.

Wie schon erwähnt, unterscheidet sich *Isolona* von den übrigen Anonaceen anatomisch in gar keiner Weise. Bei *Monodora* fehlen bereits im Mark die sonst typischen Steinzellen, während in der secundären Rinde Bast- und Leptomzellen noch deutlich tangential geschichtet sind, und zwar in vier bis fünf Reihen über einander. Das Bild der Rinde ist typisch für die Rinde der übrigen Anonaceen; die Markstrahlen erweitern sich nach außen, teilweise rhomboedrische Einzelkrystalle mit sich führend. Ganz anders verhält sich *Eupomatia*. Die Rinde zeigt allein von sämtlichen untersuchten Arten ein ganz unregelmäßiges Bild. Bastzellen in der secundären Rinde sind wohl vorhanden, aber ganz regellos zerstreut. Soweit bis heute bekannt, weist ferner allein von sämtlichen Anonaceen *Eupomatia* deutliche Hoftüpfelung auf, sodann fehlen bei *Eupomatia* im Mark die Steinzellen, schließlich nimmt das Mark selbst, was ebenfalls ganz vereinzelt ist, gegenüber dem Holzteil einen außerordentlich großen, auffallend weiten Raum ein.

Kurz vor Drucklegung ihrer Monographie haben ENGLER und DIELS denn auch diesem anatomischen Verhalten der beiden Gruppen Rechnung getragen und die *Eupomatioideae* allein von den übrigen Anonaceen abgesondert, dagegen die *Monodoroideae* als selbständige Unterfamilie ganz aufgehoben und wegen ihrer durch diese Untersuchung erwiesenen Übereinstimmung mit den anderen Anonaceen zu den *Uvarioideae* gestellt.

Vorliegende Arbeit wurde von October 1899 bis Ostern 1901 im Laboratorium des königlichen Botanischen Museums und Gartens zu Berlin unter der persönlichen Aufsicht des Herrn Geheimrat Professor Dr. ENGLER angefertigt. Der Verfasser erfüllt zum Schluss die angenehme Pflicht, seinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrat ENGLER, für die gütige Anregung zu dieser Arbeit, den Herren DDr. DIELS, GILG und RUHLAND, sämtlich vom Botanischen Museum zu Berlin, für ihre freundlichen Ratschläge sowie Fräulein NORA SELIGER für die Ausführung der Zeichnungen seinen wärmsten Dank auszusprechen.

1) Genera plantarum I. p. 20.

Litteratur-Verzeichnis.

Adansonia, Band IX. 1868—70, p. 22—28, 107—109.
ARESCHOUG, Der Einfluss des Klimas auf die innere Organisation der Pflanze. Engler's Bot. Jahrb. II. p. 511 ff.
BACHMANN, Schildhaare. Flora 1886, p. 390 ff.
BAILLON, Histoire des Plantes I. p. 193 ff.
DE BARY, Vergleichende Anatomie.
BENTHAM u. HOOKER, Genera plantarum I. p. 20 ff.
BLENCK, Über die durchsichtigen Punkte in den Blättern. Flora 1884, p. 56 ff.
ENGLER, Entwickelungsgeschichte.
—— Die Pflanzenwelt Ostafrikas B. p. 183 ff, 294/295; C. p. 178.
—— u. PRANTL, Natürliche Pflanzenfamilien. Lieferung 16, p. 23.
GAMBLE, Indian Timbers p. 8.
GILG, Anatomische Methode p. 554 ff, Engler's Bot. Jahrb. 1894.
HABERLANDT, Physiologische Pflanzenanatomie.
HEINRICHER, Über isolateralen Blattbau. Pringsheim's Jahrbücher, Bd. XIV.
MOELLER, Holzanatomie. Denkschr. Wiener Akad. 1876, p. 70.
—— Rindenanatomie 1882, p. 225/26.
PFITZER, Hautgewebe. Pringsheim's Jahrbücher Bd. VIII. p. 561 ff.
SCHENCK, Anatomie der Lianen 1893, p. 59.
SCHUMANN, Systematische Botanik und Pflanzengeographie. p. 602 ff.
SCHWENDENER, Mechanisches Princip.
SOLEREDER, Holzstructur 1885, p. 65.
—— Systematische Anatomie der Dicotyledonen 1899, p. 39 ff.
SPENCER MOORE, Matto Grosso-Expedition in Transactions of the Linnean Society Vol. IV, 1895, p. 297 ff, 302 ff.
STAHL, Über den Einfluss des Lichtes. Bot. Zeitung 38, 1880.
TSCHIRCH, Linnaea IX, neue Folge 1880—82, p. 157 ff.
VESQUE, De l'anatomie des tissus. Nouvelles Archiv. du Museum d'histoire natur. II. Série, IV, p. 41—44.
WEISS, Pflanzenhaare. Karsten's Bot. Untersuchungen. Berlin 1867.
WESTERMAIER, Über Bau und Function des pflanzlichen Hautsystems. Pringsheim's Jahrb. XIV. p. 45 ff.

Ferner:

Notizblatt des Königl. Bot. Gartens und Museums zu Berlin Bd. 23 vom 1. Sept. 1900.